

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування**

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ **О.В.Гондлях**

« _____ » _____ 2020р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра**

з напрямку підготовки *133 – Галузеве машинобудування*

на тему: Агрегат для виробництва труб з модернізацією формуючої головки

Студент групи *IV к. ЛП-61-1* _____ *Романченко Денис Сергійович* _____
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник проекту: _____ *доктор технічних наук, професор Гондлях О. В.* _____
(вчена ступінь, звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультанти

ТЕХ. МАШ. _____ *Борщик Сергій Олександрович* _____

ПЕРЕВІРКА НА СХОЖІСТЬ _____ *Щербина Валерій Юрійович* _____

РЕЦЕНЗЕНТ _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних
посилань.
Студент (-ка)

Київ 2020 рік

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки - *Інжиніринг, обладнання та технології виробництва полімерних та будівельних матеріалів і виробів.*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **О.В.Гондлях**

«__» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Романченко Денис Сергійович

1. Тема проекту *«Агрегат для виробництва труб з модернізацією формуючої головки»*, керівник проекту *Гондлях Олександр Володимирович, доктор технічних наук, професор*, затверджені наказом по університету від _____

2. Термін подання студентом проекту 11.06.2020р.

3. Вихідні дані до проекту: Агрегат для виробництва труб

4. Зміст пояснювальної записки: Вступ, Призначення та галузь застосування виробу який проектується, Технічна характеристика преса ЧП-125, Опис базової конструкції, її основних частин та принципу дії, Принцип роботи екструдера, Літературно-патентний огляд, Вибір модернізації, Охорона праці, Очікувані механіко-економічні показники та висновки, Висновки, Параметричний розрахунок черв'ячної машини, Розрахунок геометрії черв'яка до модернізації, Розрахунок геометрії черв'яка до модернізації, Міцнісний розрахунок черв'яка, Розрахунок черв'яка на жорсткість, Розрахунок черв'яка на витривалість, Продуктивність машини по зоні дозування з урахуванням впливу головки, Визначення коефіцієнта геометричної форми головки до модернізації, Розрахунок швидкості зсуву, Розрахунок ефективної в'язкості, Визначення коефіцієнта геометричної форми головки після модернізації, Розрахунок швидкості зсуву, Розрахунок ефективної в'язкості, Розрахунок потужності двигуна черв'ячної машини, Тепловий розрахунок, Розрахунок фільтри на міцність за допомогою обчислювальної системи «SolidWorks», Розрахунок геометрії каналів формуючої головки за допомогою мови програмування C#.

Технологія виготовлення деталі, Опис та призначення деталі, Вибір заготовки для виготовлення деталі, Технологічний процес виготовлення деталі, Вибір та розрахунок пристосування для певної операції, Вибір устаткування, верстатних пристрою, різальних та вимірювальних інструментів, Вибір пристосування, опис конструкції та принцип дії, Список літератури

5. Перелік графічного матеріалу: Технологічна схема виробництва труб – формат А1, Черв'ячний прес 125 – формат А1, Шнек екструдера – формат А1, Шнек екструдера (модернізований) – формат А1, Голівка кутова для виробництва труб – формат А1, Голівка кутова для виробництва труб (модернізована) – формат А1, Лещата пневматичні – формат А1.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Тех. машино будув.	Борщик О.С.		
Перевірка на схожість	Щербина В.Ю.		

Дата видачі завдання

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Вступ. Технічна характеристика	28.04-30.04	
2	Призначення і галузь застосування	30.04-07.05	
3	Опис конструкції та принцип дії	07.05-15.05	
4	Літературо-патентний огляд	15.05-20.05	
5	Розрахунки	20.05-27.05	
6	Охорона праці	27.05-04.06	
7	Технологія машинобудування	04.06-09.06	
8	Висновки	09.06-10.06	
9	Графічна частина	10.06	

Студент

Д.С. Романченко

Керівник проекту

О.В. Гондляр

ЗМІСТ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

1. ТИТУЛЬНИЙ ЛИСТ
2. ЗАВДАННЯ ТА КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН
3. ЗМІСТ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ
4. РЕФЕРАТ УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ
5. РЕФЕРАТ АНГЛІЙСЬКОЮ МОВОЮ
6. ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ
7. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
8. РОЗРАХУНКИ
9. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ
10. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ
11. ДОДАТКИ

Додаток А. Таблиця розглянутих патентів

Додаток Б. Лістинг програми розрахунку

Додаток В. Специфікації

Додаток Г. Особисті досягнення.

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ

- l_p – довжина робочої частини шнеку
- D – діаметр
- t – крок нарізки витків черв'яка
- l_3 – довжина зони завантаження
- l_c – довжина зони стискання
- l_d – довжина зони дозування
- e – ширина гребня витка нарізки
- h_1 – глибина каналу в зоні завантаження
- h_2 – глибина каналу в зоні стискання
- δ – зазор між гребнем черв'яка і корпусом
- I – полярний момент інерції
- $F_{\text{пер}}$ – площа небезпечного перерізу
- i – радіус інерції
- ступінь твердості черв'яка
- μ – коефіцієнт способу закладення
- W – осьовий момент опору
- дотичні напруження
- крутний момент
- осьова сила
- σ – напруження
- n – запас міцності
- E – модуль пружності
- n_σ – коефіцієнт запасу міцності під час циклічного навантаження;
- σ_{-1} – допустиме напруження під час циклічного навантаження
- σ_a – амплітуда змінювання напружень,
- k_σ – коефіцієнт концентрації напружень
- K – коефіцієнт геометричної форми головки
- R – радіус
- γ – швидкість зсуву

Q – об’ємна секунда продуктивність

N – потужність

η – ККД

$Q_{\text{втр}}$ – втрати тепла в оточуюче середовище

Nu – критерій Нуссельта

λ_m – коефіцієнт теплопровідності при середній температурі

Gr – критерій Грасгофа

φ – знаменник геометричної прогресії ряду

V – швидкість різання

РЕФЕРАТ

УДК 678.057

"Агрегат для виробництва труб з модернізацією головки " Дипломний проект освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за напрямом підготовки "Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів та виробів"/ НТУУ «КПІ»; Керівник О.В.Гондлях, Виконавець Д.С. Романченко

Мета роботи розробити працездатну модернізацію формуючої головки агрегату виробництва труб з полімерних матеріалів, що дозволить випускати труби різного діаметру, товщини та матеріалу. Полімерні труби, у порівнянні з аналогічними чавунними чи сталевими, мають значно кращі характеристики.

Спроектований трубний агрегат пройшов всі етапи перевірки на міцність та була доведена його працездатність.

Результати були представлені на засіданні кафедри ХПСМ. поліетилен, трубна лінія, черв'ячний екструдер, головка трубна, трубна лінія, модернізація, екструдер.

ABSTRACT

UDC 678.057

"Unit for the production of pipes with modernization of the head" Degree project of the educational and qualification bachelor level in the field of "Engineering, computer modeling and design of equipment for the production of polymeric and building materials and products" / NTUU "KPI"; Head O.V. Gondlyakh, Performer D.S. Romanchenko.

The purpose of the work is to develop a workable modernization of the forming head of the unit for the production of pipes made of polymeric materials, which will allow to produce pipes of different diameters, thicknesses and materials. Polymer pipes, compared to similar cast iron or steel, have much better characteristics.

The designed pipe unit has passed all stages of strength testing and its operability has been proven.

The results were presented at a meeting of the Department of HPSM. polyethylene, pipe line, worm extruder, pipe head, pipe line, modernization, extruder

Зміст

ВСТУП.....	3
I. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ	
1.1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ ВИРОБУ ЯКИЙ ПРОЕКТУЄТЬСЯ.....	5
1.2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕСА ЧП-125.....	7
1.3 ОПИС БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ, ЇЇ ОСНОВНИХ ЧАСТИН ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ	8
1.3.1 ПРИНЦИП РОБОТИ ЕКСТРУДЕРА.....	14
1.4 ЛІТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД.....	17
1.4.1 ВИБІР МОДЕРНІЗАЦІЇ.....	20
1.5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	23
1.6 ОЧІКУВАНІ МЕХАНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ВИСНОВКИ.....	31
ВИСНОВКИ.....	32

					<i>ЛП61-1.137240.000-70 ПЗ</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Романченко						
Провер.								
Керівник		Чемерис						
Н. Контр.								
Утв.		Гондлях						
						Лит.	Лист	Листов
							2	32
						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського</i>		

ВСТУП

Останнім часом розширилась сфера використання полімерних труб. Вони прийшли на заміну металевим в трубах в магістральних трубопроводах через значну економічну ефективність.

Постійне удосконалення устаткування виробництва полімерних труб дозволило отримати ряд переваг над трубами із чавуну чи сталі при прокладенні мереж труб(водопроводи, системи меліорації, каналізація, артезіанські джерела, система електротехніки чи зв'язку) за свої властивості, а саме, відносно низька маса, ударостійкість, висока еластичність дозволить відкинути руйнування при заморожуванні рідин у трубах, підвищена зносостійкість(у декілька разів вища ніж у сталі), відсутність корозії, пластичність, висока швидкість та зручність у сфері обслуговування труб та низька вартість (при урахуванні вартості труб разом з доставкою та монтажем виграш може складати до 25% у порівнянні з аналогічними за розмірами металевими трубами).

На сьогодні Україна випускає значно більшу кількість полімерних труб у порівнянні з минулими роками. Такі гіганти трубої промисловості як РТЗ (м.Рубіжне), УкрПолімерКонструкція (м.Київ), ГаммаПласт (м.Бориспіль), ЄвроТрубПласт (м.Калуш), ВентС (м.Боярка) та інші вивели нашу країну на новий рівень можливостей виробництва продукції, але ми не передова держава по експорту, тому ми все ще потребуємо спеціалістів у цій сфері та модернізацію устаткування.

В силу своїх позитивних властивостей в світі надають перевагу полімерним трубам, і їх виготовленню виділяють більше уваги. Різноманіття матеріалів та типів труб потребують наявності нових технологій виробництва і, як результат, спеціального устаткування.

Саме тому обрана тема дипломного проектування і є актуальною.

Ціллю проекту є розробити лінію для виробництва труб з можливістю оперативної зміни матеріалу виробництва, діаметру чи товщини екструдованої продукції, а також підтвердити її працездатність розрахунками

					ЛП61-1.137240.000-70 ПЗ	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

(параметричний та розрахунки міцності основних вузлів). Також опрацювати економіку, охорону праці та технологію машинобудування.

1.1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ ВИРОБУ ЯКИЙ ПРОЕКТУЄТЬСЯ

В останні роки значного поширення набули полімерні труби, які застосовуються в магістральних трубопроводах і дозволяють замінювати металеві труби зі значною економічною ефективністю.

Сучасне устаткування і технології виробництва напірних труб з полімерів дозволяє одержати при будівництві зовнішніх мереж (водопроводів, артезіанських шпар, систем меліорації безнапірних і напірних каналізаційних колекторів, електротехнічних і зв'язків–каналів) низку переваг порівнянно з трубами з чавуна та сталі, а саме, мала маса, стійкість до гідравлічного удару, завдяки своїй еластичності, при заморожуванні рідини в трубах вони не руйнуються, після розморожування продовжують функціонувати, висока стійкість до зношування (у 10 разів менше сталі) дає можливість використовувати труби для гідротранспорту, стійкість до корозії, пластичність, висока еластичність труби дозволяє будувати водопроводи в більшості випадків без компенсаторів, зручність і швидкість при веденні монтажних і ремонтно-будівельних робіт, низька вартість (з монтажем виграш у ціні складає 20-30% у порівнянні з аналогічними трубами з металу).

Проблеми і перспективи розвитку технологічних ліній для виготовлення полімерних труб, машинобудівної бази для їх створення, в т.ч. у нас на Україні, стан ринку полімерперехідного обладнання нерозривно пов'язані з ринком виробництва полімерної трубної продукції. У галузевій пресі цьому приділялося достатньо багато уваги .

Багато проблем вирішено або ще вирішуються. Частина прогнозів збулася, а головний – бурхливий розвиток обладнання для екструзії, зростання потреби в трубах, розширення їх номенклатури – продовжуються збуватися. Тема – виробництво труб і обладнання для

цього – продовжує бути актуальною і проблемною, яка вимагає постійної до себе уваги.

Зараз у світі, полімерних труб, виготовляється більше, ніж труб із решти всіх матеріалів. Різноманіття типів полімерних труб, різноманітність полімерів і композицій надають необхідність наявності безлічі технологій для виготовлення труб і, відповідно, спеціалізованого обладнання для реалізації цих технологій.

					ЛП61-1.137240.000-70 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.2 Технічна характеристика преса ЧП-125

Технічна характеристика несе в собі особливу інформацію про апарат. Саме за цими показниками проводиться порівняння зразка з подібними йому та для наступного вибору і обґрунтування обраного варіанту. Основні показники преса ЧП-125 наведено в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 - Технічна характеристика преса ЧП-125

Продуктивність при максимальній частоті обертання черв'яка	200кг/год
Діаметр черв'яка	125мм
Відношення робочої довжини черв'яка до його діаметру	25
Встановлена потужність електродвигуна	55кВт
Загальна встановлена потужність нагрівників	22,4кВт
Число обертів черв'яка	15..65об/хв
Опір формувальної головки	75МПа
Тиск в циліндрі	60МПа
Маса	6500кг
Габаритні розміри -довжина -ширина -висота	4500мм 945мм 2620мм

1.3. ОПИС БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ, ЇЇ ОСНОВНИХ ЧАСТИН ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ

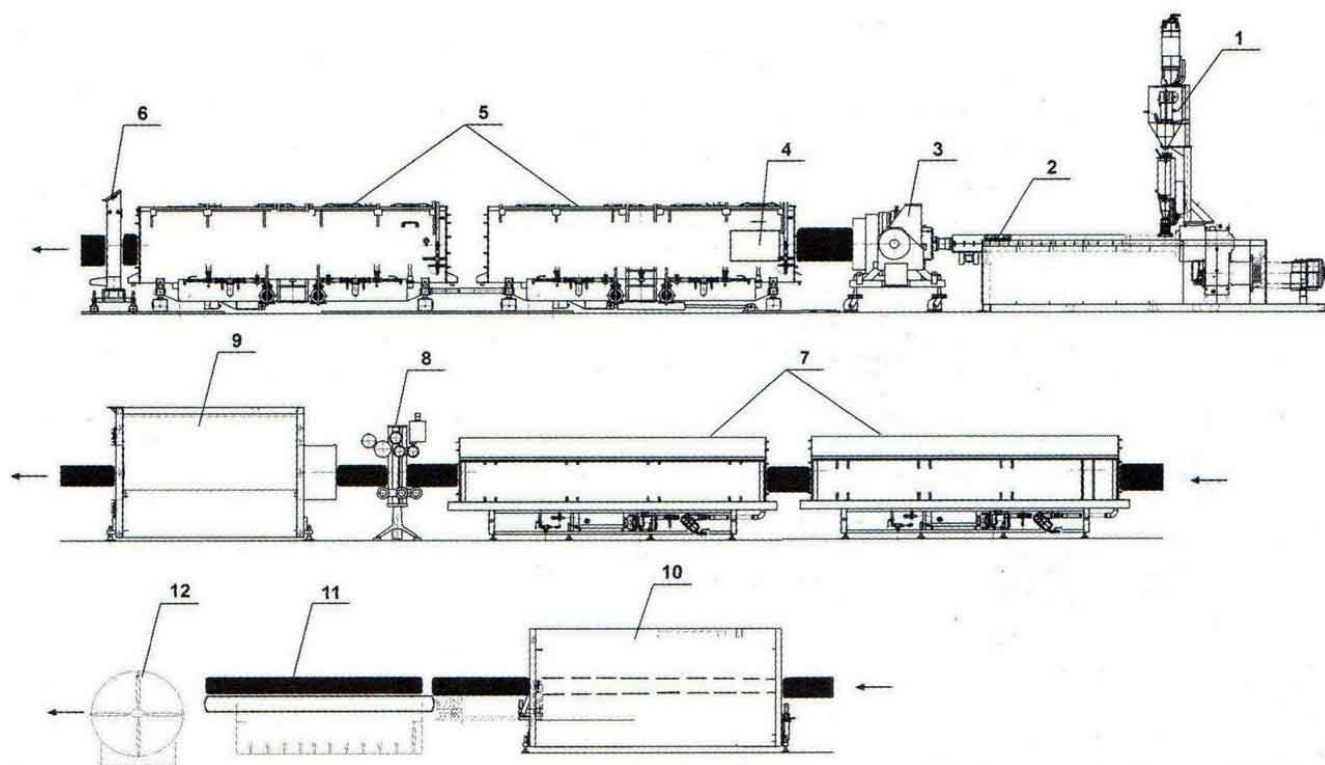


Рисунок 1.1 – Технологічна лінія виготовлення полімерних труб

1 – завантажувальний пристрій; 2 – екструдер; 3 – формувальна головка; 4 – калібрувальна гільза; 5 – вакуум-калібратори; 6 – контролер товщини; 7 – ванни охолодження; 8 – маркер; 9 – тягнучий пристрій; 10 – відрізний пристрій; 11 – приймальний пристрій; 12 – намотувальний пристрій.

1. Зберігання поліетилену.

Гранульований поліетилен надходить на виробництво залізничним транспортом у поліетиленових мішках. Після оформлення документації на отримання сировини, мішки перевозяться на розтарування і завантаження гранул в бункер. Порожні мішки пресують в пакети і обв'язують дротом. Завантаження в бункери здійснюється вручну після розрізання одного краю мішка за допомогою ножа.

Вхідний контроль поліетилену не здійснюється через відсутність лабораторії.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЛП61-1.137240.000-70 ПЗ

Лист

8

Якщо в зимовий період сировина зберігається в холодному приміщенні, то перед переробкою поліетиленову крихту витримують в приміщенні цеху не менше 12 годин.

2. Завантаження поліетилену.

З витратних ємностей сировина подається пневмотранспортом в сушарку розташовану над екструдером, в якій вбудовано пристрій для підігріву гранул гарячим повітрям (70 ° С). Підігріті гранули надходять в завантажувальну зону циліндра екструдера.

3. Екструзія трубної заготовки.

Отримання трубної заготовки з гранул поліетилену здійснюється в екструдері, основним робочим органом якого є шнек, що обертається в нерухомому обігрівальній циліндрі.

Глибина витків шнека в напрямку руху зменшується. Завдяки взаємодії робочої гвинтової поверхні та робочої поверхні циліндра із вступниками гранулами, останні просуваються по гвинтовому каналу в напрямку зони стиснення. У міру просування вздовж циліндра матеріал прогрівається до 220 ° С. У зоні стиску відбувається його плавлення і пластифікація, а наступної зоні дозування забезпечується гомогенізація і рівномірна подача розплаву в голівку.

Обігрів екструдера проводиться за допомогою електронагрівальних інструментів. Циліндр і головка розділені на декілька теплових зон з самостійної автоматичним регулюванням температури в кожній зоні. Для виміру температури використовуються термопари, встановлені в стінці циліндра і головки.

Для запобігання перегріву маси циліндр машини охолоджують за допомогою води і обдування повітря. В зоні завантаження гранульованого поліетилену, охолоджувальною водою, підтримується температура 100 ± 20 ° С. Це здійснюється з метою уникнення передчасного оплавлення і зависання гранул в завантажувальному бункері екструдера. Регулювання

охолодження циліндра здійснюється автоматично за допомогою теплової автоматики.

Формування труби відбувається в головці екструдера. Трубна оснащення представляє собою екструзійну трубну головку певного типорозміру, комплектуемую набором матриць, дорнів, калібрів для виготовлення труб в певному діапазоні діаметрів і товщини стінок[20]. Чистка оснащення здійснюється відразу після знімання з екструдера, вручну. Залишки розплаву поліетилену, нагару видаляють за допомогою інструменту, виготовленого з кольорового металу (латуні, бронзи, міді). Робочі поверхні оснащення змащують парафіном, протирають ганчір'ям, потім наносять пасту ГОІ і полірують.

Гомогенізований розплав поліетилену нагнітається в головку, обтікає торпеду і продавлюється на суцільний потік в кільцевому зазорі між мундштуком і дорном.

Гаряча трубна заготівля безперервно видавлюється з кільцевої щілини головки і надходить у калібрі пристрій.

4. Калібрування і охолодження труби.

Основне призначення калібрує пристрої - утворення на поверхні заготовки охолодженого, затверділого шару, який до моменту виходу заготовки з калібрує пристрою забезпечує збереження трубою необхідної форми і розмірів при проходженні через охолоджуючі ванни. В якості охолоджувального агента у ваннах використовується фільтрована вода. У зимовий період температура води не повинна опускатися нижче 15 ° С, а в літній період температура води у ваннах подля труб діаметром до 110 мм використовується повітряний калібрує пристрій. Воно являє собою ванну з вбудованим набором калібрують пластин. Ванна заповнена водою і сполучена з водоструминним насосом. Різниця тисків в порожнині труби і зовні в порожнині ванни-забезпечує притиснення зовнішньої поверхні заготовки до поверхні калібрують пластин, при цьому забезпечується інтенсивне охолодження поверхні заготовки безпосередньо водою.

Для труб діаметром 160 мм і більше використовується метод пневмокалібрування. Необхідна для калібрування тиск повітря всередині труби (0,2 - 0,7 атм) зберігається з допомогою, спеціальної конструкції «плаваючої пробки», яка утримується в трубі на тросі, закріпленому на дорна голівки.

Гаряча заготівля надходить в калібрує насадку, що представляє собою охолоджену металеву втулку, внутрішня (робоча) поверхня якої за розмірами та конфігурації відповідає (з урахуванням усадочних явищ) оформлюваної трубі.

За рахунок підвищення тиску повітря гаряча заготівля притискається до холодної калібрує поверхні. При цьому миттєво утворюється твердий шар охолодженого, затверділого матеріалу, товщина якого в міру просування труби вздовж калібру збільшується і до моменту виходу з калібру, стає достатньою для забезпечення збереження трубою необхідних розмірів, тобто для подолання дії внутрішнього надмірного тиску власної ваги труби і тиску води в охолодженій ванні[22]. Крім того, труба набуває при калібруванні подовжню міцність, достатню для того, щоб витримати зусилля відведення без зайвих деформацій. Гаряча поліетиленова труба на виході з калібрує насадки надходить у вакуумну водяну ванну, де відбувається формування структури матеріалу, що забезпечує фізико-механічні властивості. Остаточне охолодження труби відбувається у двох послідовно розташованих водяних ваннах.

5.Маркування.

Для маркування труб використовується маркувальна машина. Маркування можна наносити на поверхню труби нагрітим металевим інструментом або іншим способом, який не погіршує якість труби, з інтервалом не більше 1,0 м. Маркування повинно включати:

1.товарний знак підприємства та умовне позначення труби без слова "труба".

2.Дати виготовлення (місяць, дві останні цифри року).

3.У маркування допускається включати іншу інформацію, наприклад номер партії, лінії. Глибина клеймування не більше 0,3 мм для труб номінальною товщиною стінки до 6,8 мм включно і не більше 0,7 мм для труб номінальною товщиною стінки більше 6,8 мм.

Бухти, котушки, пакети або блок - пакети забезпечують ярликом з нанесенням транспортного маркування за ГОСТ 14192.

6. Відведення труби.

Відведення труби відбувається за допомогою спеціально призначеного для цього пристрою гусеничного типу - «траків», які щільно обхоплюють трубу і забезпечують відвід з постійною швидкістю за рахунок бесступенчатого регулюемого приводу для рівномірного зміни швидкості відводу труби. Від плавності руху тягнуть органів відвідного пристрою залежить стабільність рівномірних і якісних показників вздовж труби.

Швидкість відводу безступінчатий регулюється в дуже широких межах.

7. Різка або намотування в бухти і на котушки.

За тягнутим пристроєм встановлюється ріжуче або намотувальний пристрій. Труби виготовляються у прямих відрізках. Допускається труби діаметром до 160 мм виготовляти в бухтах та на котушках. Різка труби на прямі відрізки заданої довжини здійснюється дисковою пилкою маятникового типу. Під час різання труби дискова пилка переміщується разом з нею, не порушуючи безперервності процесу. Труба захищена металевим кожухом. Відрізана труба при русі натискає на кінцевий вимикач, приводить у дію механізм скидання і скидається в лоток. Відрізне пристрій може працювати як з періодичним включенням ріжучого інструменту для різання труб на великі довжини, так і постійно включеної пилкою для різання труб на відрізки малої довжини. При різанні труб утворюються стружки поліетилену зсипаються в металеву ємність, розташовану під відрізним пристроєм. Намотування труб у бухти

виконується на барабані спеціального намотувального пристрою. Швидкість намотування повинна плавно регулюватися в широких межах.

8. Упаковка і складування.

Труби, що випускаються у відрізках, зв'язують у пакети масою до 3 т. За погодженням із споживачем з пакетів допускається формувати блок - пакети масою до 5 т.

Внутрішній діаметр бухти повинен бути не менше 20 зовнішніх діаметрів труби.

При пакуванні труб використовуються засоби за ГОСТ 21650. Пакети труб закріплюють не менш ніж у двох місцях на відстані 2 - 2,5 м, а пакети труб, призначених для районів Крайньої Півночі і важкодоступних районів - на відстані 1-1,5 м. Бухти скріплюють не менше ніж у шести місцях. При пакуванні труб у бухти і на котушки кінці труб повинні бути жорстко закріплені. За погодженням із споживачем можлива відвантаження труби без упаковки. Після проведення контролю якості, складування труб, забезпечених супровідною документацією (дата отримання, № зміни, розпис змінного майстра), проводиться через дерев'яні бруси з обмежувачами для виключення падіння труби зі стелажів. Переміщення труб від приймального лотка виробляють за допомогою вантажопідйомного механізму (кран балки) на спеціально відведений для складування місце. Висота складування не більше 1,5 м. винна бути не вище 30 ° С.

1.3.1. ПРИНЦИП РОБОТИ ЕКСТРУДЕРА

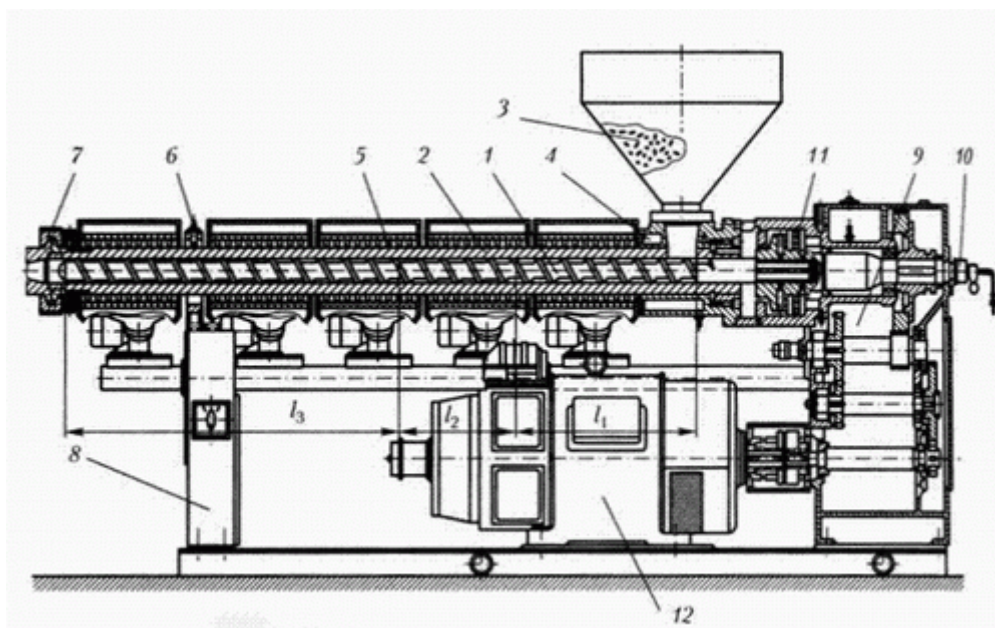


Рис. 1.2. Складові черв'ячного пресу:

1-шнек; 2-корпус екструдера; 3-бункер; 4-охолоджувальні канали; 5-нагрівачі; 6-термопар; 7-фільтр; 8- корпус; 9-редуктор; 10-барбатер; 11-вузол опірною підшипника; 12-електродвигун.

Пристрій однечерв'ячного екструдера показано на рис.3.1. Полімерний матеріал з бункера 3 надходить в корпус екструдера 2, захоплюється обертовим черв'яком 1 і транспортується до формуючої голівки, фрагмент якої показаний позицією 7. При цьому полімер в першій, що живить, зоні черв'яка 1 розм'якшується і ущільнюється в пробку, в зоні стиснення 2 він розплавляється, а в зоні дозування 3 гомогенізується і готується до подачі в фільтр 7. Для забезпечення необхідного теплового режиму і умов транспортування на матеріальному циліндрі встановлені зонні кільцеві нагрівачі 5 з індивідуальними вентиляційними пристроями; ділянку циліндра поблизу завантажувального отвору охолоджується водою по каналах 4, а для контролю температури служать термопар 6. Конструкція черв'яка, як правило, передбачає його внутрішнє охолодження водою, яка подається і відводиться через пристрій 10(барбатер). Черв'як отримує обертання від електромеханічного приводу, що складається з електродвигуна 12 постійного або змінного струму і редуктора 9. Осьове зусилля, що діє на черв'як в напрямку, протилежному транспортуванню розплаву, сприймається вузлом опірною підшипника 11. Всі робочі вузли екструдера змонтовані в корпусі 8.

Черв'як. Служить для транспортування, перемішування і подачі розплаву під певним тиском в фільтр.

Основними геометричними параметрами черв'яків є діаметр, довжина, поділ на зони, глибина каналу по зонам, крок і напрямок гвинтової лінії, а також коефіцієнт стиснення, що показує відношення обсягу одного витка

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЛП61-1.137240.000-70 ПЗ

Лист

14

гвинтового каналу в зоні завантаження до обсягу одного витка в зоні дозування.

Для переробки термопластів зазвичай застосовуються циліндричні черв'яки з постійним кроком і змінною глибиною гвинтового каналу. Вони порівняно прості у виготовленні і забезпечують високу продуктивність. Чим більше діаметр черв'яка, тим вища продуктивність екструдера[21].

Довжина черв'яків L характеризується її ставленням до діаметру D . Це співвідношення може змінюватися в інтервалі 8-35.

Зонування черв'яків, тобто зміна глибини каналу по довжині на відрізки, зони залежить від фізико-хімічних властивостей термопластів. Існує три групи черв'яків для переробки термопластів:

- з високим вмістом кристалічної фази;
- частково-кристалізуються, аморфні полімери;
- аморфні полімери з низькою термостабільністю.

Для переробки полімерних матеріалів, схильних до деструкції, успішно застосовуються так звані двостадійні екструдери. У черв'яків подібних екструдерів слідом за зонами завантаження і стиснення слідує зона дегазації глибина нарізки якої істотно збільшена. Для запобігання переповнення зони дегазації розплавом перед нею на черв'яка передбачають невелику локальну зону зі зворотним різьбленням, що створює опір прямому потоку.

Циліндр піддається таким діям: нерівномірного по довжині нагрівання; змінному тиску розплаву полімерного матеріалу, значення якого може змінюватися від часток МПа, до 60-80 МПа; різких температурних коливань внаслідок циклічності нагріву-охолодження при терморегулювання. На робочу поверхню циліндра впливають термохімічні процеси, які супроводжують пластифікацію полімеру. Все це обумовлює застосування як монолітних, нероз'ємних циліндрів, так і секційних конструкцій, що складаються з окремих частин, що об'єднуються фланцевими сполуками. Крім того, нерідко в циліндрах застосовують запресовані гільзи, виготовлені з високолегованих хром, нікелевмісних сталей.

Завантажувальна частина секційного циліндра має канали або сорочку для охолодження.

Живильники служать для рівномірної подачі полімерного матеріалу в циліндр екструдера, що сприяє рівномірності видавлювання розплаву з формуючої головки. Багато полімерні порошкоподібні матеріали мають здатність до утворення склепін над завантажувальним отвором циліндра, що є однією з причин пульсації при подачі. Для запобігання утворення закупорень використовують найпростіші перемішувачі, що встановлюються безпосередньо в бункері.

Привід екструдера повинен забезпечувати плавне регулювання частоти обертання черв'яка і стабільність обраного швидкісного режиму. Частіше за інших застосовують електромеханічні приводи, що складаються з

електродвигуна і редуктора. Для регулювання швидкості обертання використовують електродвигуни постійного або змінного струму.

					ЛП61-1.137240.000-70 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.4. ПАТЕНТНО – ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Під час проходження переддипломної практики було зроблено огляд технічної літератури [11, 12, 14] з метою аналізу конструкцій і принципу дії формуючої голівки. В результаті аналізу конструкції фільери було виявлені такий її недолік, як неможливість зміни діаметру екструдованого виробу та перехід на інших тип матеріалу, оскільки фільера має незмінну геометрію робочого каналу. Виходячи з індивідуального завдання переддипломної практики «Трубний агрегат з модернізацією формуючої головки», було вирішено модернізувати фільеру. Для цього було проведено патентно-літературний огляд конструкцій фільери. Було знайдено 5 технічних рішень для модернізації фільери на основі патентів [1-5].

У патенті [1] представлена корисна модель що належить до обладнання для переробки термопластичних матеріалів. В основу корисної моделі поставлена задача, що полягає в удосконаленні екструзійної головки, у якій головка містить корпус, матрицю та дорн, встановлений на дорнотримачі і складається з вхідної та вихідної частин, утворюючи канал для протікання розплаву. Дорнотримач виконаний з двох частин з можливістю зворотно-поступального руху однієї частини відносно іншої. Матриця і вихідна частина дорну закріплені на рухомій частині дорнотримача таким чином, що довжина каналу має можливість змінюватись.

У патенті [2] представлена корисна модель кільцевої екструзійної головки, що містить корпус, матрицю та дорн, встановлений на дорнотримачі, утворюючи канал для протікання розплаву. Матриця з'єднана з корпусом за допомогою принаймні одного пружного та принаймні одного демпфуючого елементів з можливістю зворотно-поступального руху.

У патенті [3] представлений винахід що відноситься екструзійного обладнання. В основу корисної моделі поставлена плоскощілинна

екструзійна головка, що містить корпус з верхньою та нижньою плитами головки, вхідний канал, колектор, канал зменшеної висоти, дросельну планку, накопичувач, канал подавання та вихідні регульовані формуючі губки, яка відрізняється тим, що канал зменшеної висоти утворений виступами, які виконані на верхній та нижній плитах, і розташований між вхідним каналом і колектором.

У патенті [4] корисна модель плоскощілинна екструзійна головка, що містить верхні й нижні частини корпусу, розташовані з утворення між ним розплавоводу, встановлені в розплавовод повзуни, пристрій переміщенні повзуні у вигляд натискних гвинтів, а також верхню й нижню губки формувальної щілини, яка відрізняється тим, що у кожному з повзунів вздовж формувальної щілини виконано поперечний отвір, крізь який проходить гнучкий довгомірний елемент, кінці якого закріплені на корпусі.

У патенті [5] корисна модель належить до екструзійного обладнання для виготовлення полімерних труб складається з дорну, що поділений на дорн і піноль, матрицю, що складається з власне матриці і мундштука, дорнотримача і корпусу. Матриця і корпус з'єднані між собою за допомогою кільця, яке дозволяє пришвидшити процес заміни матриці, та очистки каналів подачі.

Новизною патента [6] є те, що у шнеку екструдера для переробки полімерних матеріалів, що має зони живлення, стискання і дозування, по гребеню гвинтової нарізки в зоні дозування або по всій довжині шнека виконана щонайменше одна гвинтова канавка, розташована паралельно бічним сторонам гребеня нарізки. В шнеку можуть бути гвинтові канавки додатково виконані по гребеню гвинтової нарізки в зонах живлення і стиснення.

У патенті [7] черв'ячний екструдер, що містить порожнистий корпус, розміщений у його порожнині з можливістю обертання черв'як, що утворює з порожниною корпусу робочий канал із щонайменше однією

ділянкою з розміщеними між черв'яком і корпусом обертовими елементами, згідно з пропонованою корисною моделлю, новим є те, що кожна ділянку робочого каналу з обертовими елементами розташовано в межах нарізки черв'яка, при цьому обертові елементи виконані поздовжніми з циліндричними кінцевими ділянками, розміщеними в пазах гребенів сусідніх витків нарізки черв'яка. У найприйнятнішому прикладі виконання екструдера середня частина щонайменше одного обертового елемента виконана з поперечним перерізом, відмінним від круглого.

Патент [8] показує, що в шнеку екструдера для переробки полімерних матеріалів, який має канавку на гребені, згідно із запропонованою корисною моделлю, новим є те, що в канавку вставлено пружний спіральний елемент, крок спіралі якого дорівнює кроку шнекової нарізки. Встановлення в канавку пружного спірального елемента дозволяє повністю перекрити зазор шнек - матеріальний циліндр, а, з іншого боку, пружний спіральний елемент дозволяє залишити технологічний зазор на рівні 0,2мм.

У патенті [9] черв'як екструдер містить вал з послідовно розташованими хвостовиком, спорядженими гвинтовою нарізкою зонами подавання, плавлення й дозування, а також наконечником, згідно з пропонованою корисною моделлю новим є те, що штовхальний заплечик гребеня нарізки зони дозування виконано опуклим з поздовжніми виступами, бокові грані яких скошені в бік обертання черв'яка.

Патент [10] пропонує черв'як екструдера, що містить вал з послідовно розташованими хвостовиком, спорядженими гвинтовою нарізкою зонами подавання, плавлення й дозування, а також наконечником, згідно з пропонованою корисною моделлю новим є те, що штовхальний заплечик гребеня нарізки зони дозування виконано опуклим з поздовжніми виступами, бокові грані яких скошені в бік обертання черв'яка.

1.4.1 ВИБІР МОДЕРНІЗАЦІЇ

					ЛП61-1.137240.000-70 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В результаті літературно-патентного огляду вибрано варіант модернізації фільтри [5] та модернізацію шнека (10).

Запропоновано вдосконалення трубної голівки черв'ячного екструдера, яке забезпечить отримання виробів різного діаметру та з різних матеріалів, за невеликий час і малою трудомісткістю.

Новим є те, що матриця і корпус з'єднані за допомогою затискного кільця, та дорн розділений на 2 частини. Це дозволяє змінювати діаметр та товщину екструдованого продукту значно швидше, а також, при заміні полімеру, зручно очищати канали фільтри.

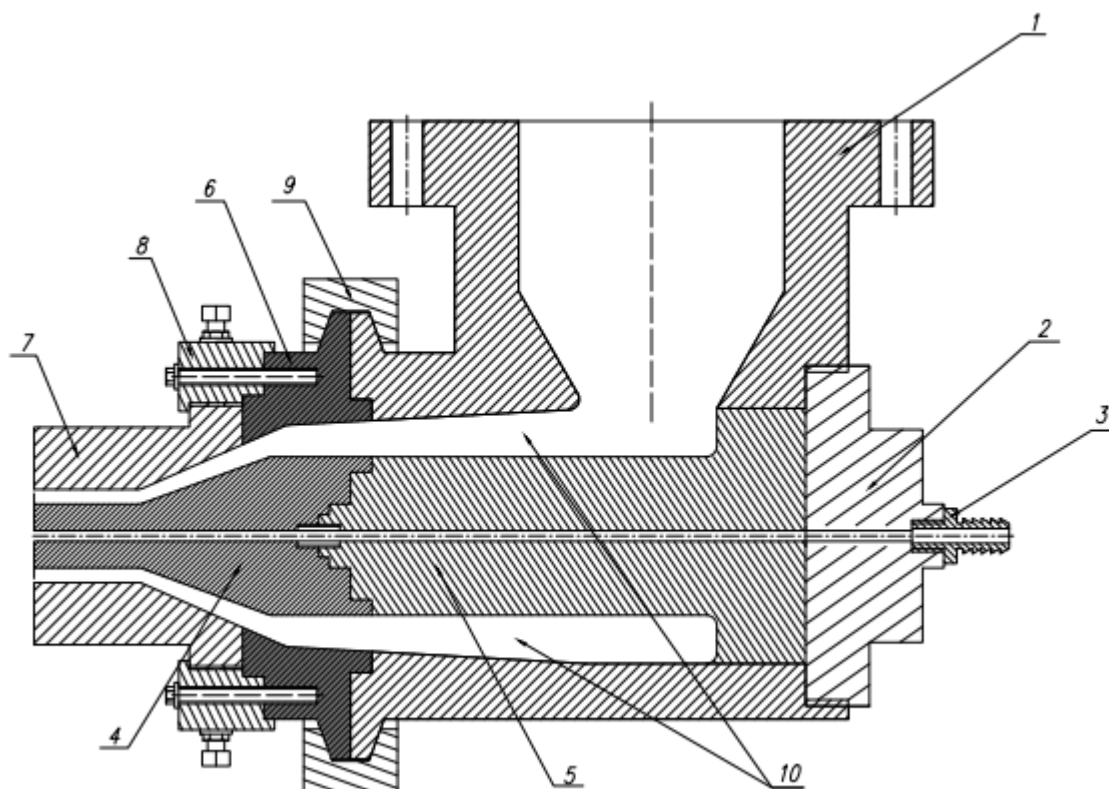


Рис. 1.3 – Екструзійна голівка:

1-корпус, 2-дорнотримач, 3-штуцер, 4-піноль, 5-дорн, 6-матриця, 7-мундштук, 8-притискне кільце, **9-затискне кільце**, 10-канали потоку полімеру.

Розглянемо будову та принцип роботи фільтри, що зображена на рис.1.3. Голівка екструзійна складається з корпусу 1, дорну 5 і піноля 4, що тримаються дорнотримачем 2. До корпусу 1 за допомогою

затискного кільця 9 приєднана матриця 6. Мундштук 7 приєднаний до матриці 6 за допомогою притискного кільця 8.

Кільце 9 дозволяє швидко від'єднати матрицю від корпусу, та приєднати іншу, більшого чи меншого діаметру. Це дозволить екструдувати продукцію різної товщини, а при заміні пінолю, буде змінюватись діаметр продукції.

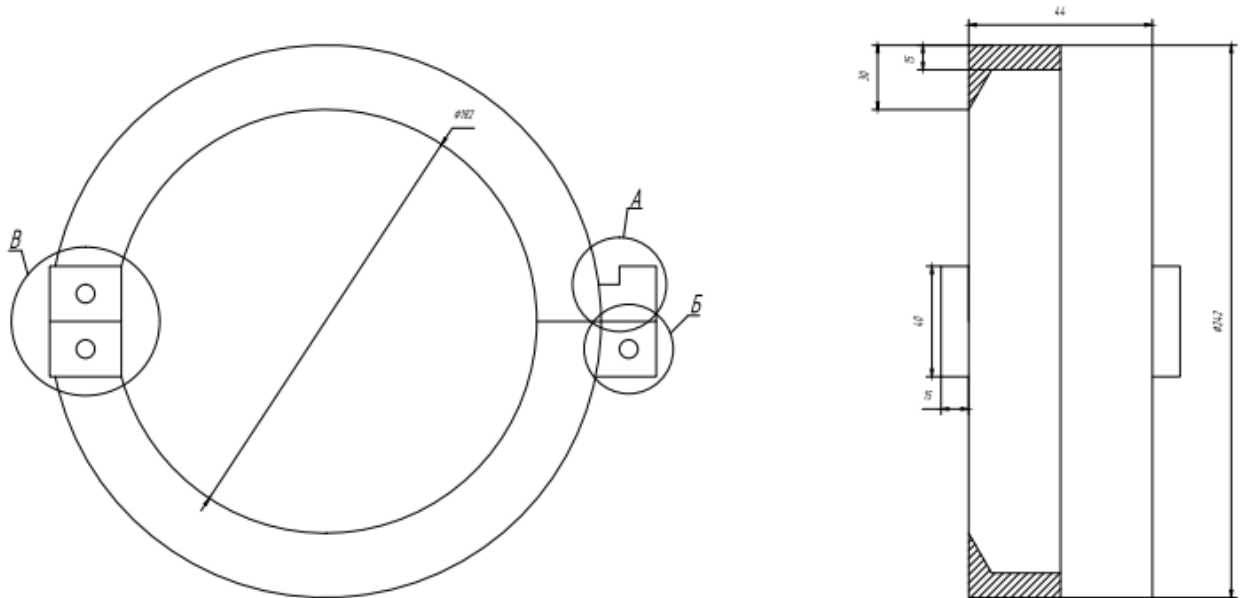


Рис. 1.4. – Затискне кільце

На рис. 1.4 зображено затискне кільце 9, яке складається з двох півкільць, що з'єднані між собою за допомогою з одної сторони шарнірним методом, а з іншої – затискним важелем. Профіль кільця – зрізаний конус, що дозволяє рівномірно розподілити навантаження на кільце.

Модернізація шнека полягає у вдосконаленні змішувальної секції шнеку(рис.1.5), що дозволить забезпечити підвищення дивергуювально-змішувальної здатності матеріалів. Це, в свою чергу, дозволить переробляти ширший клас матеріалів у порівнянні з базовими конструкціями.

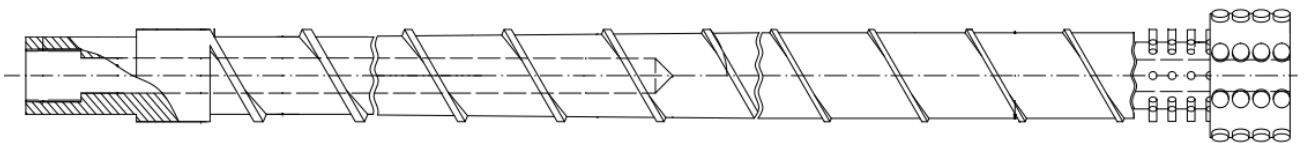


Рис.1.5 – Загальний вигляд модернізованого шнеку

Змішувальна секція(рис 1.6) утворена порожниною між шнеком та корпусом, та знімними штифтами які у «шаховому» порядку рівномірно розташовані на корпусі та шнекові.

Знімні штифти рівномірно розташовуються в гніздах порожнистого корпусу черв'яка з виходом у порожнистий канал робочої зони, утвореної корпусом та шнеком. В стінках корпусу виконані такі ж самі порожнисті отвори для штифтів, які виходять у робочу зону і розташовані у «шаховому» порядку відповідно до штифтів, що виходять зі шнеку.

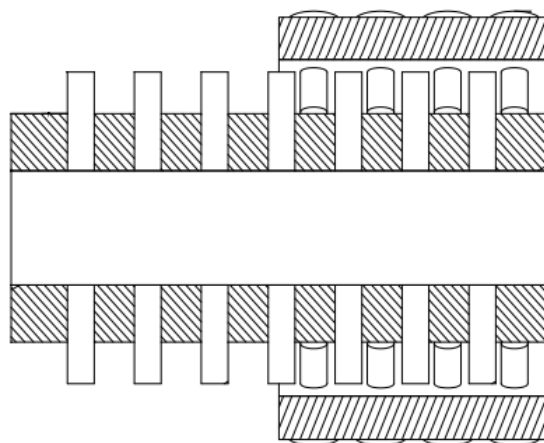
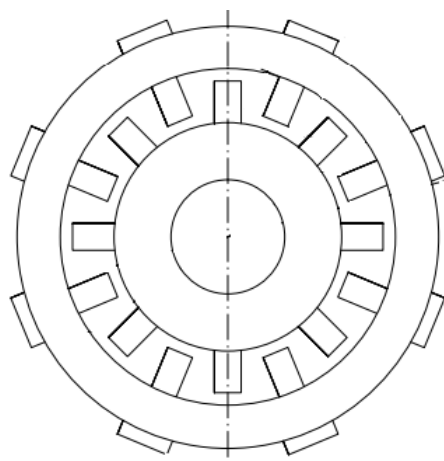


Рис 1.6 – Змішувальна секція шнеку

1.5. Охорона праці

Відповідно до закону України про охорону праці в 1992 р., працюючих громадян необхідно забезпечити безпечними умовами праці. Поліпшення умов праці, підвищення безпеки впливають на результати виробництва, на продуктивність праці, якість і собівартість продукції що випускається.

Для безпечної роботи обслуговуючого персоналу на лінії необхідно ознайомитися з її конструкцією та принципом роботи, знати правила безпеки для підприємств з виробництва будівельних матеріалів, правила пожежної безпеки, правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів. Інструкції з техніки безпеки повинні знаходитися на робочих місцях, плакати, що ілюструють методи безпечного виконання робіт вивішуються на видних місцях. Виконання правил техніки безпеки є основною умовою зниження виробничого травматизму.

Тема: «Агрегат для виробництва труб з модернізацією формуючої головки». В данному розділі дипломного проекту аналізуються умови праці робітника у виробничому приміщенні $S=40\text{м}^2$ і $V=280\text{м}^3$ виготовлення поліетиленової труби. В продовж роботи лінії найбільш ймовірні такі робочі фактори:

- повітря робочої зони;
- шум та вібрація;
- промислове освітлення;
- електробезпека;
- пожежна небезпека;

У виробничому приміщенні працює 1 робітник – оператор. В нашому випадку, згідно ГОСТ 12.1.005-88 робота оператора підлягає під категорію 1б – легка фізична робота, так як до категорії 1б відносяться роботи які, виконуються в положенні сидячи та стоячи або зв'язані з ходінням і супроводжуються незначними фізичними навантаженнями з енерговитратами 121..150ккал/г (140..174 Вт). Значення величин

температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні виробничого приміщення для 1б категорії робіт.

Таблиця 1.2

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		Опти-мальна*	Факти-чна	Опти-мальна*	Факти-чна	Опти-мальна*	Фактична
Холодний період року	1б	21-23	19-21	40-60	50-60	0,1	0,1
Теплий період року	1б	22-24	22-25	40-60	50-60	0,1	0,2

Дані температурні норми забезпечуються завдяки системі вентиляції приміщення.

Повітря робочої зони

Значення величин температури, відносна вологість та швидкість руху повітря у робочій зоні виробничого приміщення приведені у таблиці 1.2.

З таблиці 1.2. видно, що фактичні параметри повітря у робочій зоні виробничого приміщення не перебільшують нормативні. У приміщенні передбачене опалення та кондиціювання повітря, безперервно діюча припливно-витяжна вентиляція, яка забезпечує вміст шкідливих речовин в зоні приміщення в межах допустимих концентрацій, в місцях можливого виділення парів складових поліетилену передбачаються місцеві відсмоктувачі. Технологічна лінія виробництва труб цілком обладнана системами блокувань, що забезпечують її безпечну і безаварійну роботу.

Приток повітря проводиться в робочу зону, для боротьби з випромінюванням нагрівачів опору, які розташовані в трьох зонах нагріву, виконане екранування та ізоляція зон обігріву від навколишнього

середовища синтетичним матеріалом типу мінеральної вати та двошоровим металевим кожухом з повітряним прошарком, зменшенню випромінювання також впливає система охолодження, яка є елементом системи термостабілізації ДСНЗ.3.6.042- 99.

Шум та вібрація

Джерело шуму в приміщенні $L = 80$ дБа. В даній машині присутні вузькополісні, непостійні механічні та гідродинамічні шуми від компресора 74 дБа та від екструдера 70 дБа, які не перевищують допустимий рівень.

Джерелом шуму при роботі машини є:

- електродвигун;
- вентилятори охолодження;

Заходи забезпечення нормованого рівня шуму на робочих місцях забезпечується за рахунок:

- змащування всіх поверхонь, що труться;
- використання захисних матеріалів;

Вентилятори невисокої потужності і встановлені на місцях далеко від оператора, тому не створюють шумів, які впливають на працівника.

З урахуванням зазначених заходів фактичний рівень шуму, що впливає на персонал протягом робочої зміни, не буде перевищувати допустимого $L=60$ дБА, що відповідає вимогам ДСН 3.3.6.037-99.

Промислове освітлення

Освітленість на робочому місці повинна відповідати гігієнічним нормам. Використовується як природне (освітлення приміщень світлом неба), так і штучне освітлення.

Природне освітлення використовується бокове, а для штучного освітлення приміщень підприємство використовує газорозрядні лампи або лампи розжарювання.

Оскільки фактичне освітлення в приміщенні цеха складає 100 лк, а освітленість має бути не менше $E_{нор.} = 150$ лк, то необхідно розрахувати

пристрій освітлення, який забезпечить виконання нормативної величини освітлення.

Вибираємо для робочого приміщення світильник піловологозахищений люмінесцентний ПВЛ1 2х40:

- 1) кількість світильників у приміщенні N 5;
- 2) коефіцієнт запасу ζ к 2, 0;
- 3) коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,4$.
- 4) Коефіцієнт нерівномірності освітлення: z 1.1 ; світловий потік для ламп даного типу: Φ 3960 лм.

Тоді освітленість складає E_f 220 Лк, що відповідає нормам по охороні праці ДБН В 2.6-28-2006.

Електробезпека

Для живлення в апараті використовується трьохфазова напруга 220/380В з частотою 50 Гц з ізольованою нейтраллю.

Основними причинами нещасних випадків від впливу електричного струму є:

- помилкове вмикання установки;
- пробій на корпус;
- старіння ізоляції і втрата ізоляційних властивостей;
- доторкання до відкритих частин електроустаткування, що проводить струм;
- коротке замикання.

Для боротьби з електробезпекою проектом передбачено:

- Система автоматики організована таким чином, включає в себе запобіжну систему від перевантаження, від короткого замикання;
- Шафи електрообладнання мають кінцеві вимикачі ,які розривають електричні кола живлення машини і знеструмлюють її при відкриті дверцят шаф(можлива робота в режимі наладки – “перемикач-робота-наладка”).

- комп'ютерний контроль стану датчиків на справність, положення і черговість роботи.

- захист від відхилення живильних та заданих напруг на регулюючих блоках і виконавчих приладах.

- блокування небезпечної роботи лінії кнопками “стоп” (грибкового типу), встановленими на всіх вузлах, доступних під час роботи обладнання і розміщених з обох сторін лінії (повна зупинка лінії - захист і комп'ютерна перевірка пошкодження ізоляції на всіх механізмах і нагрівачах.

- заземлення

Для забезпечення безпеки праці працівника при доторканні до корпусу електроустаткування, нормально знеструмленого, але яке може бути під напругою, проектом передбачено пристрій захисного заземлення. Магістраль заземлення виконується з полосової сталі перерізом 4 x 30 мм.

- Захист від статичного електричного струму. Для забезпечення безпечної роботи з електроустаткуванням кабелі вложені в труби і захищені під підлогу, рубильники включення знаходяться в спеціальних шафах.

Для захисту від іскрових розрядів статичного струму проектом передбачено відвід зарядів за рахунок приєднання установки, комунікацій, в котрих статичний струм виникає та може накопичуватися, до заземляючого пристрою;

Для захисту від надзвичайних ситуацій, зв'язаних з електронебезпекою машина оснащена пультом та автоматикою аварійного вимкнення живлення, також оператор працює на ізолюючому від фундаменту помості.

Робота обладнання лінії не утворює специфічних електромагнітних полів.

Пожежна безпека

Пожежна характеристика матеріалів, які присутні на виробництві наведена в таблиці 5.2.

Відповідно до ОНТП 2486 категорія приміщення В. Лінія призначена для експлуатації в протипожежних зонах класу П-Па по ПУЄ. Стійкість

					ЛП61-1.137240.000-70 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

будівлі по СН и П 2.01.02-85 відповідає ступеню вогнестійкості II. Пожежна характеристика будівельних конструкцій приведенні у таблиці 1.3.

В лінії основними факторами виникнення пожежі можуть бути: недотримання персоналом правил технології переробки полімерів; несправність електрообладнання; струм короткого замикання; перевантаження кабелів живлення; загорання ізоляції електропроводів; недотримання персоналом правил технології переробки термопластів; нехтування правилами протипожежної безпеки на підприємстві

Пожежна характеристика основних будівельних конструкцій

№	Основні будівельні конструкції	Межа вогнестійкості, ч
1	Несучі стіни, колони	2
2	Внутрішні стіни, перегородки	2
3	Несучі конструкції міжповерхових і дахових перекриттів	0,75

Таблиця 1.3

При займанні системи автоматики, необхідно першим чином вимкнути систему електроживлення потім, можна гасити пожежу, якщо вимкнути неможливо, то електрообладнання можна гасити лише вуглекислотними, вуглекисотно-бромметиловими, порошковими та хладоновими вогнегасниками, вуглекислотно-бромметиловими вогнегасниками рекомендується гасити пожежі через віконні та дверні прорізи, так як заряд вогнегасника токсичний.

Тому запобігання загорання у виробничому приміщенні є вуглекислотні вогнегасники ОУ-5 (4 шт.) – для гасіння невеличких ділянок при відключеному електроустаткуванні та у виробничому і складському приміщенні передбачена мережа автоматичної пожежної сигналізації і засобів оперативного зв'язку з пожежною частиною.

Відповідно до СНП 2.09.02-85 в приміщенні знаходяться два евакуиходи. Сам цех – це приміщення, яке розташоване на першому поверсі. Ширина шляхів евакуації не менше одного метру, а дверей на шляху евакуації – не менше 0,8 м. засоби пожежогасіння повинні бути справні та розміщатися у легко доступних місцях. Аварійний запас протипожежних та спецодеж повинно зберігатися в установленому місті.

					ЛП61-1.137240.000-70 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.6 Очікувані механіко-економічні показники та висновки

Результатом модернізації шнеку, а саме додавання секції змішувача, підвищується якість виготовленої продукції (полімерні труби) що призводить до зменшення кількості браку, і, в свою чергу, зменшується матеріалозатратність та підвищується продуктивність. Також дана модернізація дозволяє збільшити варіативність використаного матеріалу.

Модернізація фільєри (введення зажимного кільця, що з'єднує матрицю та корпус) дозволить збільшити асортимент виготовлення продукції. Дана модернізація дозволяє мобільно змінити деталі екструзійної головки, що дозволить варіювати діаметром та товщиною екструдованої труби. Також, при зміні матеріалу, зручно очищати канали подачі.

Дані модернізації дозволяють змінювати матеріал, товщину та діаметр екструдованої продукції не змінюючи обладнання, що прозводить до економії коштів. А сама заміна комплектуючих доволі швидка та з мінімальними затратами часу і людських ресурсів.

Висновки: Дані модернізації дозволяють змінювати матеріал, товщину та діаметр екструдованої продукції не змінюючи обладнання, що прозводить до економії коштів. А сама заміна комплектуючих доволі швидка та з мінімальними затратами часу і людських ресурсів.

ВИСНОВКИ

Поставлена задача модернізація головки трубного агрегату була виконана за наступні етапи:

Перш за все проведено детальний огляд базової конструкції. Це дозволило отримати напрямок робіт при виборі модернізації

Проведено патентний та літературний огляд. Розглянувши різні лінії виробництва, а також безліч варіантів модернізації основних вузлів, було обрано декілька найбільш вдалих варіантів та отримано остаточний напрямок.

Проведено дві модернізації фільтри та шнеку, що дозволили розширити спектр використовуваних матеріалів, а також збільшити асортимент екструдовуваних труб з різними діаметрами та товщинами за допомогою встановлення на шнек змішувальної секції, а на головку екструдера – зажимного кільця, що з'єднує матрицю та корпус.

Для забезпечення законності та безпеки виробництва пройшло ознайомлення із законодавством, стандартами і нормами виробництва, що пов'язані з охороною праці та захистом оточуючого середовища. На основі отриманої інформації було описано правила техніки безпеки лінії виробництва труб.

Отже, вдосконалений агрегат є працездатним і має більше переваг у порівнянні з базовою конструкцією. Модернізація дозволила отримувати продукцію з різного матеріалу та різної товщини чи діаметру використовуючи один екструдер зі значно більшою швидкістю, за рахунок заміни матриці, чи зручного очищення каналів подачі полімеру.

3MICT

II. РОЗРАХУНКИ

2.1 ПАРАМЕТРИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЧЕРВ'ЯЧНОЇ МАШИНИ.....	33
2.1.1 РОЗРАХУНОК ГЕОМЕТРІЇ ЧЕРВ'ЯКА ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ.....	33
2.1.2 РОЗРАХУНОК ГЕОМЕТРІЇ ЧЕРВ'ЯКА ПІСЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ.....	34
2.1.3. МІЦНІСНИЙ РОЗРАХУНОК ЧЕРВ`ЯКА.....	34
2.1.4. РОЗРАХУНОК ЧЕРВ`ЯКА НА ЖОРСТКІСТЬ.....	37
2.1.5 РОЗРАХУНОК ЧЕРВ`ЯКА НА ВИТРИВАЛІСТЬ.....	39
2.2 ПРОДУКТИВНІСТЬ МАШИНИ ПО ЗОНІ ДОЗУВАННЯ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ГОЛОВКИ.....	40
2.2.1 ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ ГОЛОВКИ ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ.....	40
2.2.1.1 РОЗРАХУНОК ШВИДКОСТІ ЗСУВУ.....	43
2.2.1.2 РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОЇ В`ЯЗКОСТІ.....	43
2.2.2 ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ ГОЛОВКИ ПІСЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ.....	44
2.2.2.1 РОЗРАХУНОК ШВИДКОСТІ ЗСУВУ.....	46
2.2.2.2 РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОЇ В`ЯЗКОСТІ.....	47
2.3. РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ ДВИГУНА ЧЕРВ`ЯЧНОЇ МАШИНИ.....	48
2.4 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК.....	50
2.5. РОЗРАХУНОК ФІЛЬЄРИ НА МІЦНІСТЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ «SOLIDWORKS».....	53

					ЛП61-1.137240.000-70 РР				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.	Романченко					Лит.	Лист	Листов	
Провер.									
Керівник	Чемерис						31	50	
Н. Контр.						КПІ ім. Ігоря Сікорського			
Утв.	Гондляр								

2.6 РОЗРАХУНОК ГЕОМЕТРІЇ КАНАЛІВ ФОРМУЮЧОЇ ГОЛОВКИ ЗА
ДОПОМОГОЮ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ C#54

					ЛП61-1.137240.000-70 РР	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. РОЗРАХУНКИ

2.1 Параметричний розрахунок черв'ячної машини

2.1.1 Розрахунок геометрії черв'яка до модернізації

Черв'як - основний вузол ЧП і його призначенням є транспортування полімеру від бункера до фільтри, а також для пластикації та ретельного перемішування розплавленого матеріалу і набору необхідного тиску для видавлювання з головки.

Діаметр шнеку це один з основних параметрів, що характеризують продуктивність екструдера.

Агрегат для виробництва труб використовує шнек діаметром $D=125\text{мм}$, з відношенням довжини робочої частини до діаметра $L/D=25$.

Інші параметри черв'яка вибираються в залежності від матеріалу, що переробляється. У даному випадку матеріалом, що переробляється, є поліетилен і базові параметри черв'яка обчислюються виходячи з залежностей представлених нижче.

1. Довжина робочої гвинтової частини

$$l_p = D \left(\frac{l_p}{D} \right) = 125 \cdot 25 = 3125 \text{ мм}$$

2. Крок нарізки витків черв'яка t

$$t = (0,8 \dots 1,2)D$$

$$t = D = 125 \text{ мм}$$

3. Довжина зони завантаження

$$= (4 \dots 6)D$$

мм

4. Довжина зони стискання

$$l_c = (7 \dots 13)D$$

мм

5. Довжина зони дозування

$$l_o = (0,4 \dots 0,6)L$$

мм

1. Ширина гребня витка нарізки e

$$e = (0,06 \dots 0,12)D$$

$$e = 0,1 \cdot D = 0,1 \cdot 125 = 12,5 \text{ мм}$$

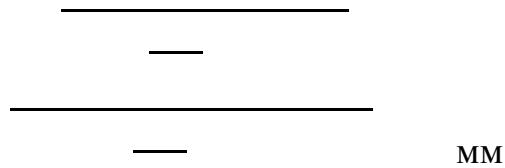
7. Глибина каналу в зоні завантаження

$$h_1 = (0,12 \dots 0,16)D$$

$$h_1 = 0,12 \cdot D = 0,12 \cdot 125 = 15 \text{ мм}$$

2. Глибина нарізки в зоні дозування

$$i = 1,5 \dots 4$$



9. Зазор між гребенем черв'яка і корпусом

$$\delta = (0,002 \dots 0,003)D$$

$$\delta = 0,002 \cdot D = 0,005 \cdot 125 = 0,625 \text{ мм}$$

2.1.2 Розрахунок геометрії черв'яка після модернізації

Модернізація не впливає на геометрію черв'яка, змінює лише загальну довжину на 300мм.

2.1.3. Міцнісний розрахунок черв'яка

Розрахунок черв'яка на міцність – перевірка спроектованих на підставі попередніх розрахунків розмірів черв'яка .

Вихідні дані: матеріал черв'яка сталь 38ХМЮА , границя текучості при робочій температурі черв'яка $[\sigma_T] = 700 \text{ МПа}$, діаметр черв'яка 125мм .

Полярний момент інерції :

$$\text{_____} \quad \text{_____} \quad (2.1.1)$$

де α_1 – відношення діаметра стрижня черв'яка і внутрішнього

$$\alpha = \frac{d}{D} = \frac{0,04}{0,110} = 0,36$$

охлаждувального каналу в небезпечному перерізі,

Розрахункова схема черв'яка зображено на рис.2.1.

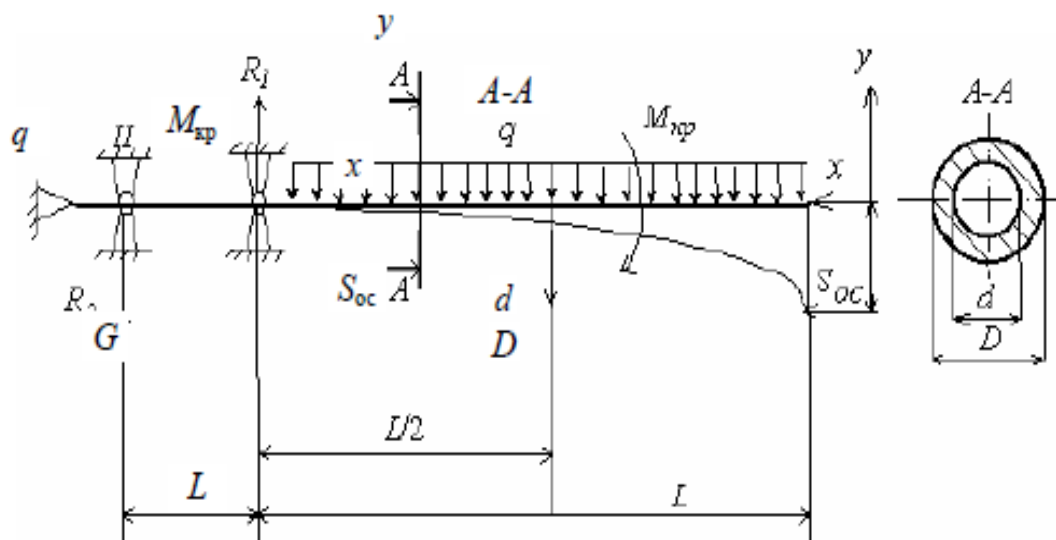


Рис. 2.1. Розрахункова схема навантаження шнеку і його опор

Площа небезпечного перерізу :

(2.1.2)

Радіус інерції :

(2.1.3)

Ступінь твердості черв`яка :

(2.1.4)

де μ – коефіцієнт способу закладення , $\mu=2$.

Оскільки ступінь твердості шнеку до модернізації $\lambda=240,4$, то черв`як вважається довгим і розраховується на твердість.

Оскільки ступінь твердості шнеку після модернізації $\lambda=263,5$, то черв`як вважається довгим і розраховується на твердість.

Осьовий момент опору :

$$\text{_____} \quad \text{_____} \quad (2.1.5)$$

Дотичні напруження :

$$\text{_____} \quad \text{_____} \quad (2.1.6)$$

де $M_{кр} = 975 \frac{N_{дв}}{n} \eta_{пр} = 975 \frac{75}{1500} 0.8 = 46.8 \text{ кН} \cdot \text{м}$

Осьова сила:

$$\text{_____} \quad \text{_____} \quad (2.1.7)$$

Напруга стиску:

$$\sigma_{сж} = \frac{P_{ос}}{F} + \frac{M_{зг}}{W} = \frac{254,6}{0,012} + \frac{46,8}{19 \cdot 10^{-5}} = 21,2 \text{ МПа}; \quad (2.1.8)$$

Результати напруження по III-ій теорії міцності:

$$\sigma_{III} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{21,2^2 + 4 \cdot 246^2} = 492 \text{ МПа}; \quad (2.1.9)$$

Запас міцності:

$$n = [\sigma_T] / \sigma_{III} = 850 / 492 = 1,7 \quad (2.1.10)$$

Запас міцності забезпечить надійність роботи машини.

2.1.4. Розрахунок черв'яка на жорсткість

На ряду з умовами міцності важливим є забезпечення умов жорсткості – максимальний угин черв'яка повинен бути меншим конструкційного зазору

$$\delta \geq \delta_k$$

Вихідні дані : Матеріал черв'яка сталь 40Х, діаметр черв'яка $d=90\text{мм}$, зазор між корпусом і черв'яком:

$$\delta = (0,002 \dots 0,005) D = 0,005 \cdot 125 = 0,625 \text{ мм}, \quad (2.2.1)$$

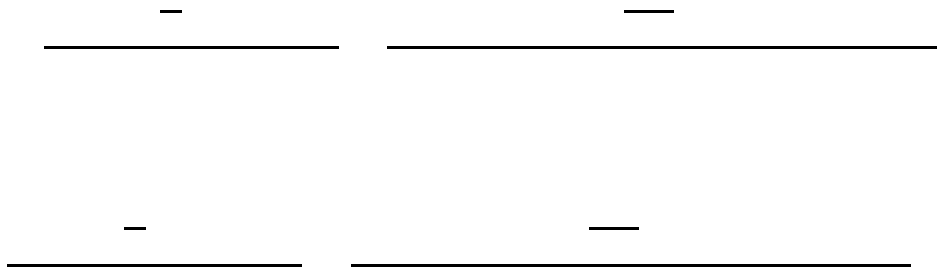
де E -модуль пружності , $E=2 \cdot 10^5$ МПа.

Розрахункова схема черв'яка зображена на мал.3.1. Згідно з методики максимальний прогин дорівнює :

$$\delta = \frac{1}{EI} \left[\frac{q}{k^2} \left(\frac{1}{k^2} + \frac{l_p}{2} \right) - \frac{1}{k} \left(\frac{q}{k^2} + A \cdot l_p \right) \cdot \cos(k \cdot l_p) - \frac{1}{k^2} \left(\frac{q \cdot l_p}{k} - A \right) \cdot \sin(k l_p) \right]; \quad (2.2.2)$$

де

$$k = \sqrt{\frac{P_{oc}}{EI}} = \sqrt{\frac{254600}{2 \cdot 10^{11} \cdot 1,2 \cdot 10^{-5}}} = 0,3;$$



Максимальний прогин дорівнює :



$$3.125 - 10.32(274 \cdot 3.125 \cdot 0.3 - 2076) \cdot \sin 0.3 \cdot 3.125 = 0.0005338$$



$$3.425 - 10.32(274 \cdot 3.425 \cdot 0.3 - 2584) \cdot \sin 0.3 \cdot 3.425 = 0.000557$$

$\delta_1 \leq \delta_k$ тобто прогин в межах допустимого до модернізації.

$\delta_2 \leq \delta_k$ тобто прогин в межах допустимого після модернізації.

2.1.5 Розрахунок черв'яка на витривалість

Оскільки черв'як витримує загальний момент навантаження від циклічної дії власної ваги, доцільна його перевірка на витривалість.

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{(k_{\sigma})_d \sigma_a + \psi_{\sigma} \sigma_c} = \frac{340}{1.4 * 0.3} = 805 \quad (2.3.1)$$

де n_{σ} – коефіцієнт запасу міцності під час циклічного навантаження; σ_{-1} – допустиме напруження під час циклічного навантаження (беруть $\sigma_{-1}=0,4 \sigma_B$; σ_a – амплітуда змінювання напружень, у цьому випадку вони змінюються від плюс σ_{max} до мінус σ_{max} ; σ_{max} – найбільше напруження від дії згинального моменту; $\sigma_{max} = M_{max}/W_x$; σ_c – середнє напруження циклу, $\sigma_c=0$, оскільки цикл симетричний; ψ_{σ} – коефіцієнт, що залежить від виду матеріалу, для сталей з $\sigma_B=1200...1400$ МПа $\psi_{\sigma}=0,25$; $(k_{\sigma})_d$ ефективний коефіцієнт концентрації напружень, який можна знайти із формули:

$$(k_{\sigma})_d = k_{\sigma}/(\beta \varepsilon) = 2/(1 \cdot 0,3) = 6,6, \quad (2.3.2)$$

де k_{σ} – коефіцієнт концентрації напружень, для цього випадку $k_{\sigma}=1,9...2$; β – коефіцієнт, який враховує якість поверхні деталі; для полірованої поверхні черв'яка $\beta=1$; ε – коефіцієнт, який враховує розмір перерізу деталі; для деталей з легованих сталей за наявності концентрації напружень $\varepsilon=0,3$.

Таким чином, черв'як є витривалим

2.2 Продуктивність машини по зоні дозування з урахуванням впливу головки

Робочий процес черв'ячної машини в цілому залежить не тільки від геометричних розмірів черв'яка і процесів, що протікають у його каналах, але також від геометрії, конфігурації головки черв'ячної машини, і її профільюючих елементів.

2.2.1 Визначення коефіцієнта геометричної форми головки до модернізації

Формули засновані на спрощеному аналітичному методі розрахунку коефіцієнта геометричної форми головки, дозволяють визначити характеристики каналів простих форм з достатньою для практичних розрахунків точністю.

Весь шлях проходження розплаву через канал головки розіб'ємо на декілька простіших складових і проведемо розрахунок.

- 1) Коефіцієнт геометричної форми циліндричного каналу

Діаметр $D=0.125\text{м}$

Довжина $L=0.08\text{м}$

$$K_I = \frac{\pi \cdot D_I^4}{128 \cdot L_I} = \frac{3,14 \cdot 0,125^4}{128 \cdot 0,08} = 7,49 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

- 2) Коефіцієнт геометричної форми конусного каналу

Початковий діаметр $D=0.125\text{м}$

Кінцевий діаметр $d=0.067\text{м}$

Довжина $L=0.055\text{м}$

- 3) Коефіцієнт геометричної форми круглого кільцевого

Радіус зовнішній $R_1=0.06\text{м}$

Радіус внутрішній $R_2=0.005\text{м}$

Довжина $L=0.067\text{м}$

4) Коефіцієнт геометричної форми конічного кільцевого

Середній радіус початковий $R_2=0.048\text{м}$

Середній радіус кінцевий $R_1=0.043\text{м}$

Зазор початковий $\delta_1=0.012\text{м}$

Зазор кінцевий $\delta_2=0.023\text{м}$

Довжина $L=0.094\text{м}$

$$K_4 = \frac{\pi \cdot (R_1 \cdot \Delta_2 - R_2 \cdot \Delta_1)}{6 \cdot L \cdot \omega} = \frac{3,14 \cdot (0,043 \cdot 0,023 - 0,048 \cdot 0,012)}{6 \cdot 0,094 \cdot 2145,87} = 1,072 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$\omega = \frac{2,3 \cdot (R_2 - R_3)^2}{[R_2 \cdot \Delta_4 - R_3 \cdot \Delta_3]^2} \cdot \lg \frac{R_2 \cdot \Delta_4}{R_3 \cdot \Delta_3} - \frac{(R_2 - R_3) \cdot (\Delta_4 - \Delta_3)}{(R_2 \cdot \Delta_4 - R_3 \cdot \Delta_3) \cdot \Delta_3 \cdot \Delta_4} - \frac{\Delta_3^2 - \Delta_4^2}{2 \cdot \Delta_3^2 \cdot \Delta_4^2}$$

5) Коефіцієнт геометричної форми конічного кільцевого

Середній радіус початковий $R_2=0.043\text{м}$

Середній радіус кінцевий $R_1=0.018\text{м}$

Зазор початковий $\delta_1=0.007\text{м}$

Зазор кінцевий $\delta_2=0.012\text{мм}$

Довжина $L=0.063\text{м}$

$$K_5 = \frac{\pi \cdot (R_1 \cdot \Delta_2 - R_2 \cdot \Delta_1)}{6 \cdot L \cdot \omega} = \frac{3,14 \cdot (0,018 \cdot 0,012 - 0,043 \cdot 0,007)}{6 \cdot 0,063 \cdot (-4457,41)} = 1,585 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3$$

$$\omega = \frac{2,3 \cdot (R_2 - R_3)^2}{[R_2 \cdot \Delta_4 - R_3 \cdot \Delta_3]^2} \cdot \lg \frac{R_2 \cdot \Delta_4}{R_3 \cdot \Delta_3} - \frac{(R_2 - R_3) \cdot (\Delta_4 - \Delta_3)}{(R_2 \cdot \Delta_4 - R_3 \cdot \Delta_3) \cdot \Delta_3 \cdot \Delta_4} - \frac{\Delta_3^2 - \Delta_4^2}{2 \cdot \Delta_3^2 \cdot \Delta_4^2}$$

6) Коефіцієнт геометричної форми круглого кільцевого

Радіус зовнішній $R_1=0.03\text{м}$

Радіус внутрішній $R_2=0.05\text{м}$

Довжина $L=0.049\text{м}$

Загальний коефіцієнт геометричної форми для всієї головки:

$$K_{\text{заг}} = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \dots + \frac{1}{K_n}}$$

$$K_1 = 7,49 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

$$K_2 =$$

$$K_3 =$$

$$K_4 = 1,072 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$K_5 = 1,585 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3$$

$$K_6 =$$

$$K_{\text{заг}} = \frac{1}{\frac{1}{7,49 \cdot 10^{-5}} + \frac{1}{2,76 \cdot 10^{-5}} + \frac{1}{4,23 \cdot 10^{-5}} + \frac{1}{1,1 \cdot 10^{-6}} + \frac{1}{1,6 \cdot 10^{-7}} + \frac{1}{2,92 \cdot 10^{-6}}} = 1,3 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3$$

$$K_{\text{заг}} = 1,3 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3$$

					ЛП61-1.137240.000-70 РР	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.2.1.1 Розрахунок швидкості зсуву

2.2.1.2 Розрахунок ефективної в'язкості

2.2.2 Визначення коефіцієнта геометричної форми головки після модернізації

1) Коефіцієнт геометричної форми циліндричного каналу

Діаметр $D=0.125\text{м}$

Довжина $L=0.08\text{м}$

$$K_I = \frac{\pi \cdot D_I^4}{128 \cdot L_I} = \frac{3,14 \cdot 0,125^4}{128 \cdot 0,08} = 7,49 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

2) Коефіцієнт геометричної форми конусного каналу

Початковий діаметр $D=0.125\text{м}$

Кінцевий діаметр $d=0.067\text{м}$

Довжина $L=0.055\text{м}$

3) Коефіцієнт геометричної форми круглого кільцевого

Радіус зовнішній $R_1=0.06\text{м}$

Радіус внутрішній $R_2=0.005\text{м}$

Довжина $L=0.067\text{м}$

4) Коефіцієнт геометричної форми конічного кільцевого

Середній радіус початковий $R_2=0.048\text{м}$

Середній радіус кінцевий $R_1=0.044\text{м}$

Зазор початковий $\delta_1=0.015\text{м}$

Зазор кінцевий $\delta_2=0.023\text{м}$

Довжина $L=0.135\text{м}$

$$K_4 = \frac{\pi \cdot (R_1 \cdot \Delta_2 - R_2 \cdot \Delta_1)}{6 \cdot L \cdot \omega} = \frac{3,14 \cdot (0,044 \cdot 0,023 - 0,048 \cdot 0,015)}{6 \cdot 0,135 \cdot 1896,42} = 1,186 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$\omega = \frac{2,3 \cdot (R_2 - R_3)^2}{[R_2 \cdot \Delta_4 - R_3 \cdot \Delta_3]^2} \cdot \lg \frac{R_2 \cdot \Delta_4}{R_3 \cdot \Delta_3} - \frac{(R_2 - R_3) \cdot (\Delta_4 - \Delta_3)}{(R_2 \cdot \Delta_4 - R_3 \cdot \Delta_3) \cdot \Delta_3 \cdot \Delta_4} - \frac{\Delta_3^2 - \Delta_4^2}{2 \cdot \Delta_3^2 \cdot \Delta_4^2}$$

5) Коефіцієнт геометричної форми конічного кільцевого

Середній радіус початковий $R_2=0.044\text{м}$

Середній радіус кінцевий $R_1=0.019\text{м}$

Зазор початковий $\delta_1=0.007\text{м}$

Зазор кінцевий $\delta_2=0.015\text{мм}$

Довжина $L=0.07\text{м}$

$$K_5 = \frac{\pi \cdot (R_1 \cdot \Delta_2 - R_2 \cdot \Delta_1)}{6 \cdot L \cdot \omega} = \frac{3,14 \cdot (0,019 \cdot 0,015 - 0,044 \cdot 0,007)}{6 \cdot 0,07 \cdot (-3986,71)} = 1,125 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3$$

$$\omega = \frac{2,3 \cdot (R_2 - R_3)^2}{[R_2 \cdot \Delta_4 - R_3 \cdot \Delta_3]^2} \cdot \lg \frac{R_2 \cdot \Delta_4}{R_3 \cdot \Delta_3} - \frac{(R_2 - R_3) \cdot (\Delta_4 - \Delta_3)}{(R_2 \cdot \Delta_4 - R_3 \cdot \Delta_3) \cdot \Delta_3 \cdot \Delta_4} - \frac{\Delta_3^2 - \Delta_4^2}{2 \cdot \Delta_3^2 \cdot \Delta_4^2}$$

6) Коефіцієнт геометричної форми круглого кільцевого

Радіус зовнішній $R_1=0.022\text{м}$

Радіус внутрішній $R_2=0.0025\text{м}$

Довжина $L=0.05\text{м}$

Загальний коефіцієнт геометричної форми для всієї головки:

$$K_{\text{заг}} = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \dots + \frac{1}{K_n}}$$

$$K_1 = 7,49 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

$$K_2 =$$

$K_3 =$

$K_4 = 1,186 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$

$K_5 = 1,125 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3$

$K_6 =$

$$K_{\text{заг}} = \frac{1}{\frac{1}{7,49 \cdot 10^{-5}} + \frac{1}{2,76 \cdot 10^{-5}} + \frac{1}{4,23 \cdot 10^{-5}} + \frac{1}{1,2 \cdot 10^{-6}} + \frac{1}{1,1 \cdot 10^{-7}} + \frac{1}{2,38 \cdot 10^{-6}}} = 1,4 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3$$

$K_{\text{заг}} = 1,4 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3$

2.2.2.1 Розрахунок швидкості зсуву

2.2.2.2 Розрахунок ефективної в'язкості

2.3. Розрахунок потужності двигуна черв'ячної машини

1. Кут нахилу лінії нарізки

$$\varphi = \arctg \frac{t}{\pi D} = \arctg \frac{125}{3,14 \cdot 125} = 0,308 \text{ рад}$$

2. Коефіцієнт прямого потоку:

$$\beta = \frac{h_2^3 (t - e) \sin 2\varphi}{24 l_0} = \frac{7^3 (125 - 12,5) \sin(2 \cdot 0,308)}{24 \cdot 1750} = 0,531 \text{ мм}^3$$

3. Коефіцієнт зворотного потоку:

$$\beta = \frac{h_2^3 (t - e) \sin 2\varphi}{24 l_0} = \frac{7^3 (125 - 12,5) \sin(2 \cdot 0,308)}{24 \cdot 1750} = 0,531 \text{ мм}^3$$

4. Коефіцієнт потоку витoku:

$$\gamma = \frac{\pi^2 D^2 \delta^3 \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \varphi}{10e \cdot l_0} = \frac{3,14^2 \cdot 125^2 \cdot 0,25^3 \cdot \operatorname{tg}(0,308) \cdot \sin(0,308)}{10 \cdot 12,5 \cdot 1750} = 1,06 \cdot 10^{-3}$$

5. Об'ємна секунднa продуктивність:

$$\gamma = \frac{\pi^2 D^2 \delta^3 \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \varphi}{10e \cdot l_0} = 1,06 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^3/\text{с}$$

6. Вагова продуктивність:

кг/год – за вказівкою викладача

7. Знаходимо кількість обертів за секунду :

$$\gamma = \frac{\pi^2 D^2 \delta^3 \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \varphi}{10e \cdot l_0} = 1,06 \cdot 10^{-3} \text{ об/с, або } 35 \text{ об/хв.}$$

1. Потужність, споживана в гвинтовому каналі

$$I = \frac{\pi^2 \cdot D^2 - 4t^2}{\pi^2} + \frac{\pi^2 \cdot D^5}{t^2 + \pi^2 \cdot D^2} = \frac{3,14^2 \cdot 125^2 - 4 \cdot 125^2}{3,14^2} + \frac{3,14^2 \cdot 125^5}{125^2 + 3,14^2 \cdot 125^2} = 229380,36$$

мм

$$\gamma = \frac{\pi^2 D^2 \delta^3 \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \varphi}{10e \cdot l_0} = 1,06 \cdot 10^{-3} \text{ хв}^{-1}$$

$$\gamma = \frac{\pi^2 D^2 \delta^3 \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \varphi}{10e \cdot l_0} = 1,06 \cdot 10^{-3}$$

кВт

2. Потужність, споживана в зазорі між гребенем і корпусом

_____ ХВ⁻¹

_____ кВт

3. Потужність, споживана в зони дозування:

$$N_d = N_1 + N_2 = 0,311 \text{ кВт}$$

4. Потужність, споживана черв'яком:

$$N_q = 2 \cdot N_d = 2 \cdot 0,311 = 0,622 \text{ кВт}$$

5. Потужність двигуна:

ККД приводу $\eta = 0,7$

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_q}{\eta} = \frac{0,622}{0,7} = 0,889 \text{ кВт}$$

В результаті проведених обрахунків був обраний асинхронний двигун
TN90L/4 з потужністю 1,5кВт

2.4 Тепловий розрахунок

Мета розрахунку: визначити кількість тепла, яку необхідно підвести електронагрівачами.

Вихідні дані:

Потужність, встановлена електродвигуном, N , кВт	75
Продуктивність по поліетилену, G_m , кг/с	0,028
Початкова температура матеріалу, T_{II} , К	293
Кінцева температура матеріалу, T , К	453
Температура поверхні кожуха, $T_{кож}$, К	318
Температура повітря, T_B , К	293
Ширина теплообмінної поверхні, B , м	0,23
Довжина теплообмінної поверхні, L , м	1,382
К.к.д. приводу преса, η_1	0,6
К.к.д. електродвигуна, η_2	0,9

Тепловий баланс преса:

$$Q_N + Q_{Q_1} = G_M \cdot C_M \cdot (T_{кож} - T_1) + Q_{втр} ,$$

де Q_N – кількість тепла, яке виділяється при використанні потужності і визначене:

$$Q_N = 860 N \eta_1 \eta_2 = 860 \cdot 75 \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 71996 \text{ кДж} / \text{год} = 19,99 \text{ кДж} / \text{с},$$

$Q_{втр}$ – втрати тепла в оточуюче середовище:

$$Q_{втр} = Q_K + Q_{випр} = (129,4 + 54,3) \cdot 10^3 = 183,7 \cdot 10^3 \text{ Дж} / \text{год} = 51,03 \text{ Дж} / \text{с},$$

де Q_K – втрати тепла в оточуюче середовище конвекцією:

$$Q_K = \alpha_K F (T_{кож} - T_B) = 3,84 \cdot 0,318 \cdot (318 - 293) = 129240 \text{ Дж} / \text{год} = 35,9 \text{ Дж} / \text{с},$$

де F – теплообмінна поверхня екструдера:

$$F = BL = 0,23 \cdot 1,382 = 0,318 \text{ м}^2 .$$

Втрати тепла в оточуюче середовище випромінюванням:

$$Q_{\text{випр}} = 4,9EF\left(\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4\right) =$$
$$= 4,9 \cdot 0,6 \cdot 0,318^2 \cdot \left(\left(\frac{306,5}{100}\right)^4 + \left(\frac{293}{100}\right)^4\right) = 54,3 \cdot 10^3 \text{ Дж / год} = 15,08 \text{ Дж / с};$$

де E – степінь чорноти матеріалу кожуха;

T_1 – абсолютна температура кожуха, С;

T_2 – абсолютна температура оточуючого середовища, С;

α_K – коефіцієнт тепловіддачі від стінки корпусу в оточуюче середовище, визначений за формулою:

$$\alpha_K = \frac{Nu \lambda_M}{H} = \frac{38,22 \cdot 0,0023}{0,23} = 14,3 \cdot 10^3 \text{ Дж/(} \quad \quad \quad \text{)},$$

Nu – критерій Нуссельта,

λ_M – коефіцієнт теплопровідності при середній температурі.

Критерій Нуссельта визначається за формулою:

$$Nu = C(Gr Pr)_m^n = 0,54 \cdot (25,09 \cdot 10^6)^{\frac{1}{4}} = 38,22,$$

де Gr – критерій Грасгофа, визначений за формулою:

$$Gr = \frac{\beta B^3 g \Delta T}{\mu^2} = \frac{1}{273 + 32,5} \cdot \frac{0,23^3 \cdot 9,8 \cdot 10^{12}}{16,48^2} \cdot (318 - 293) = 35,85 \cdot 10^6.$$

Розрахункова температура:

$$T_P = \frac{T_{\text{КОЖ}} + T_B}{2} = \frac{318 + 293}{2} = 305,5 \text{ К.}$$

Знаходимо значення теплофізичних параметрів та критеріїв подібності при розрахунковій температурі:

$\lambda_M = 9,6$ – коефіцієнт теплопровідності, Дж/(

$\nu_M = 16,48 \cdot 10^{-6}$ – коефіцієнт кінематичної в'язкості, $\text{м}^2/\text{с}$;

$Pr = 0,3$ – критерій Прандтля.

Добуток $Gr \cdot Pr$:

$$Gr Pr = (35,85 \cdot 10^6 \cdot 0,7) = 25,09 \cdot 10^6$$

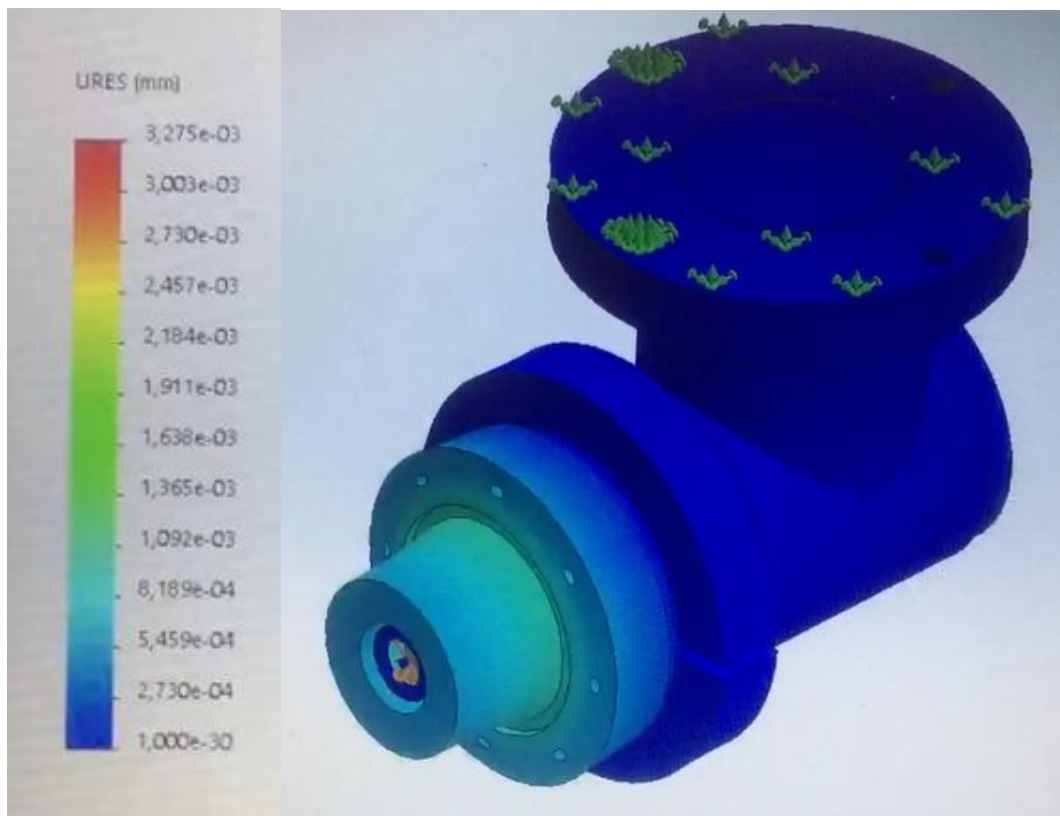
Кількість тепла, яке підводиться до корпусу електронагрівачами:

$$Q_{Q_1} = G_M C_M (T_{кож} - T_{II}) + Q_{втр} - Q_N =$$

$$= (100 \cdot 2,3 \cdot (453 - 293) + 183,7 - 71996) \cdot 10^3 = 36179 \text{ кДж / год} = 10,05 \text{ кВт} / \text{с}$$

Таким чином, для забезпечення нагрівання матеріалу до заданої температури і компенсації втрати тепла в оточуюче середовище в пресі встановлено 2 індукційних нагрівників.

2.5. Розрахунок фільтри на міцність за допомогою обчислювальної системи “SolidWorks”



Виконані прорахунки показують що навантаження на мундштук матриці не критичні і є значно нижчими від запасу міцності. З цього можемо зробити висновок, що головка витримає навантаження.

2.6 Розрахунок геометрії каналів формуючої головки за допомогою мови програмування C#

За допомогою мови програмування C# було проведено обрахунок коефіцієнта геометричної форми мундштука фільтери в залежності від його R_1 , R_2 , та L .

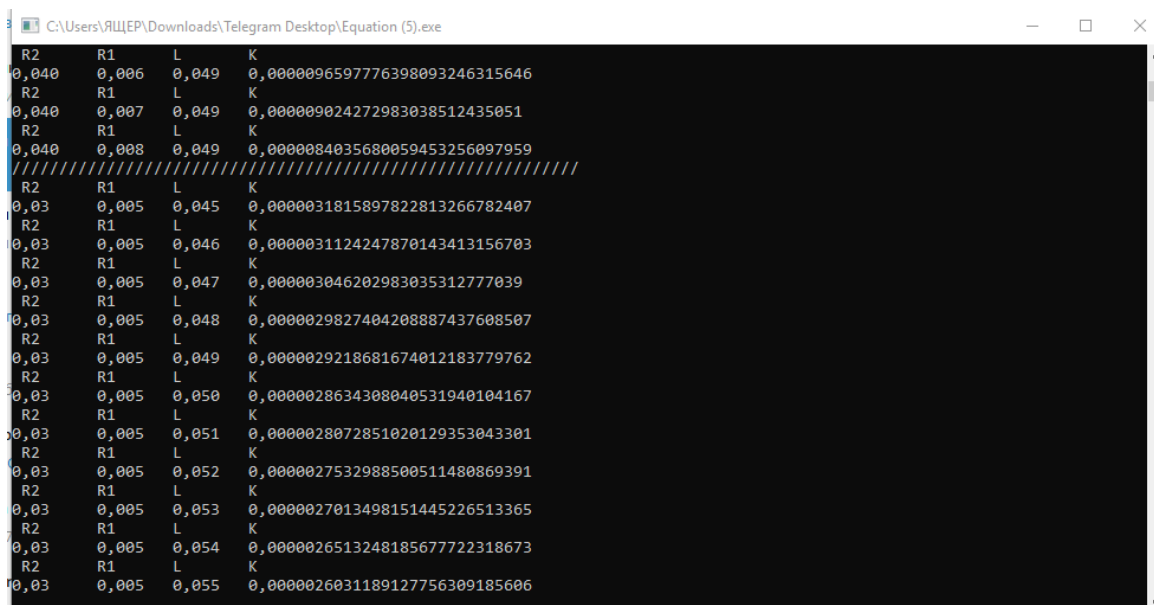
Вихідні дані:

$R_1=0.02..0.04\text{м}$

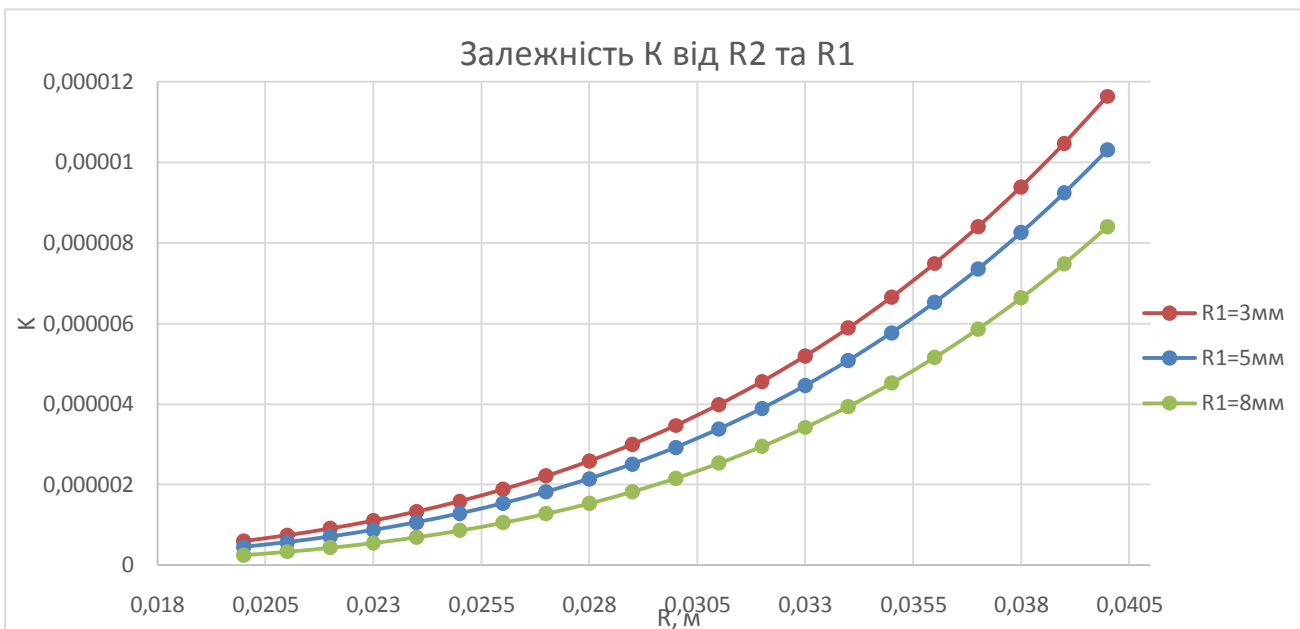
$R_2=0.003..0.008\text{м}$

$L=0.05\text{м}$

Результати програми



```
C:\Users\ЯЩЕП\Downloads\Telegram Desktop\Equation (5).exe
R2    R1    L    K
0,040 0,006 0,049 0,0000096597776398093246315646
R2    R1    L    K
0,040 0,007 0,049 0,000009024272983038512435051
R2    R1    L    K
0,040 0,008 0,049 0,0000084035680059453256097959
////////////////////////////////////
R2    R1    L    K
0,03   0,005 0,045 0,0000031815897822813266782407
R2    R1    L    K
0,03   0,005 0,046 0,0000031124247870143413156703
R2    R1    L    K
0,03   0,005 0,047 0,000003046202983035312777039
R2    R1    L    K
0,03   0,005 0,048 0,0000029827404208887437608507
R2    R1    L    K
0,03   0,005 0,049 0,0000029218681674012183779762
R2    R1    L    K
0,03   0,005 0,050 0,0000028634308040531940104167
R2    R1    L    K
0,03   0,005 0,051 0,0000028072851020129353043301
R2    R1    L    K
0,03   0,005 0,052 0,0000027532988500511480869391
R2    R1    L    K
0,03   0,005 0,053 0,0000027013498151445226513365
R2    R1    L    K
0,03   0,005 0,054 0,0000026513248185677722318673
R2    R1    L    K
0,03   0,005 0,055 0,0000026031189127756309185606
```



Висновки: дослідження геометрії мендштука формуючої головки виконано мовою програмування С#.

Аналіз показав, що оптимальним варіантом для даної формуючої головки є труба з товщиною стінки 25мм.

Зміна коефіцієнта по вибраній товщині стінки склала 4,3%.

ЗМІСТ

ІІІ ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

3.ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ.....55

3.1.1. ОПИС ТА ПРИЗНАЧЕННЯ

ДЕТАЛІ.....55

3.1.2. ВИБІР ЗАГОТОВКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ

ДЕТАЛІ.....55

3.1.3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ

ДЕТАЛІ.....57

3.2. ВИБІР ТА РОЗРАХУНОК ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ПЕВНОЇ
ОПЕРАЦІЇ.....62

3.2.1. ВИБІР УСТАТКУВАННЯ, ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЮ, РІЗАЛЬНИХ
ТА ВИМІРЮВАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ.....62

3.2.2. ВИБІР ПРИСТОСУВАННЯ, ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРИНЦИП
ДІЇ.....63

					ЛП61-1.137240.000-70 ТЕ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Романченко								
Провер.										54
Керівник		Чемерис						КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. Контр.										
Утв.		Гондлярх								

3. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

3.1.1. Опис та призначення деталі

Кронштейн відноситься до класу корпусних деталей [2] і може бути призначений або для установки в ньому кінця вала, що обертається в підшипниках, або для підтримання і направлення циліндричного повзуна чи тяги, які переміщуються вздовж осі отвору Ø70H9.

У машині кронштейн базується на чисто обробленій поверхні Б і кріпиться двома болтами М8. Відсутність жорстких обмежень на розміщення двох отворів вказує на те, що кронштейн при складанні встановлюється з "вивіренням за місцем", кріпиться.

3.1.2. Вибір заготовки для виготовлення деталі

Враховуючи розміри і матеріал кронштейна, невисокі вимоги до якості виливків і найменшу вартість лиття в піщано-глинисті форми, заготовку будемо

створювати литтям у сирі форми із формувальних сумішей з вологістю від 3,5 до 4,52% і міцністю від 60 до 120 кПа (від 0,6 до 1,2 кгс/см) з рівнем ущільнення до твердості, не нижчої 70 одиниць (див. ГОСТ 26645-85).

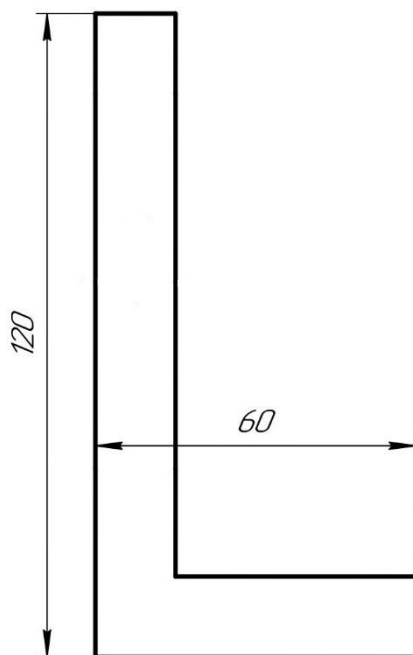
Формування машинне за металевими моделями. Термічну обробку виливка не застосовуємо. Згідно з ГОСТ 26645-85 визначаємо:

- клас розмірної точності виливка - 9;
- ступінь жолоблення елементів виливка - 4;
- ступінь точності поверхонь виливка - 13;
- клас точності маси виливка - 9;
- допуск зміщення внаслідок перекосу стержня - 1 мм;
- шорсткість поверхонь виливка Ra 32,0 мкм (Rz 120 мкм);
- ряд припусків на обробку виливка - 6.

Таким чином: точність виливка 9-4-13-9 3м 1,0 ГОСТ 26645-85.

Вимоги до сталевих виливків обумовлені в ГОСТ 26358-84, формувальні уклони - в ГОСТ 3212-92.

					ЛП61-1.137240.000-70 ТЕ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Технологічний процес виготовлення деталі «Кронштейн» наведено на операційних картах та картах ескізів.

										ГОСТ 3.555-84					Форма 7	
Дубл.																
Взамін.																
Підпис										Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата		
Розробив	Романченко			НТУУ "КПІ",										005		
Перевірів	Боришк			ІХФ												
Н. контр.				Крошительн											Н	
КЕ	Обробка різанням															

Перв. примен.

Справ. №

ЛП61-1.137240.001-70 ТМ

Подп. и дата

Инв. № дубл.

005	Вертикально фрезерный 6М12П	Фреза торцева φ100	1,5	$\frac{16}{800}$	1000	125,7	2x0,35
№ операции	Установка	Инструмент	t, мм	$S_{\frac{\text{мм/об}}{\text{мм/хв}}}$	n, 1/хв	V, м/хв	T _о

Подп. и дата

Инв. № подл.

ЛП61-1.137240.001-70 ТМ

Операция
вертикально-фрезерная

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Романченко						
Проб.	Гондляр						
Т.контр.							
Н.контр.							
Утв.	Барщук						

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

Лист

Листов

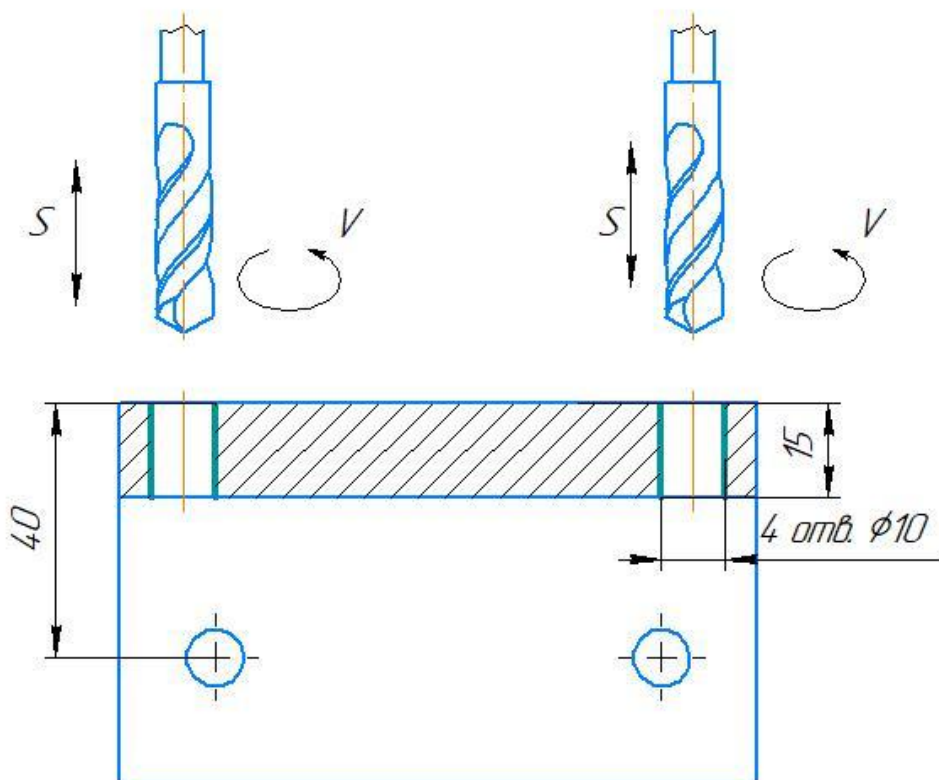
Лист

ЛП61-1.137240.002-70 ТМ

Перв. примен.

Справ. №

Свердління



015	Радіал - сверлильн.	Свердло Ø10	5	$\frac{0,31}{450}$	650	20,2	4x0,20
№ операції	Устаткування	Інструмент	t, мм	$S_{\frac{\text{мм/об}}{\text{мм/хв}}}$	n, 1/хв	V, м/хв	T _о

ЛП61-1.137240.002-70 ТМ			
Операція свердління отвору	Лит.	Маса	Масштаб
Ізм. Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Разроб.	Романченко		
Проб.	Гондляр		
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.	Борщук		
Лист		Листов 1	
		НТУУ "КПІ"	

Копіював

Формат А4

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ЛП61-1.137240.000-70 ТЕ

Лист

59

Перв. примен.

Справ. №

ЛП61-1.137240.003-70 ТМ

Подп. и дата

Инв. № дубл.

020	Гориз.- разточний.	Разточний різець	1,7	$\frac{0,09}{150,75}$	1675	368	4x0,20
№ операції	Устаткування	Інструмент	t, мм	$S \frac{\text{мм/об}}{\text{мм/хв}}$	n, 1/хв	V, м/хв	T _о

Ізм.	Лист	№ докум.	Подп.
Розроб.	Романченко		
Проб.	Гондляр		
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.	Борщук		

ЛП61-1.137240.003-70 ТМ

Операція

горизонтально-разточна

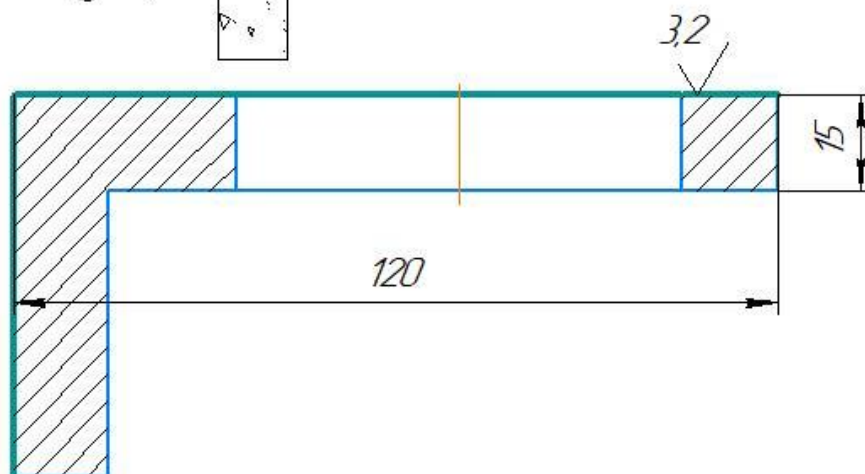
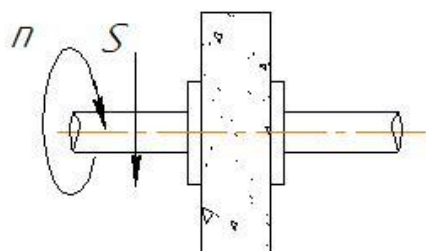
Копіював

Лит.	Маса	Масштаб
Лист	Листов	1
НТУУ"КПІ"		
Формат А4		

ЛП61-1.137240.004-70ТМ

Перв. примен.

Справ. №



025

Гориз. -шлифув.
ЗГ 71М

Абразивний круг
250х32х76

0,01

2,7

2680

5...20

2х0,35

№ операції

Устаткування

Інструмент

t , мм

S —, м/хв

n , 1/хв

V , м/хв

T_0

Подп. и дата

Инд. № подл.

Изм. Лист
Разраб.
Пров.
Т.контр.
Н.контр.
Утв.

№ докум.
Романченко
Гондлярх

Подп. Дата

ЛП61-1.137240.004-70ТМ

Операція
шлифування

Лит.	Масса	Масштаб
Лист	Листов	1

НТУУ"КПІ"

Копировав

Формат А4

Лист

61

ЛП61-1.137240.000-70 ТЕ

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

3.2. ВИБІР ТА РОЗРАХУНОК ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ПЕВНОЇ ОПЕРАЦІЇ

3.2.1. Вибір устаткування, верстатних пристрою, різальних та вимірювальних інструментів

Виконують її на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6М12П з такими характеристиками [3]: розмір стола 320x1250 мм, ширина Т-подібного паза стола - 18 мм; відстань між Т-подібними пазами - 70 мм; отвір шпинделя - конус 7:24 № 50 ГОСТ 836-72; число ступенів обертів шпинделя - 18, від 31,5 до 1600 об/хв; число поздовжніх подач стола - 18, від 25 до 1250 мм/хв.; потужність двигуна $N_{дв}=7,5$ кВт; ККД — 0,8; потужність на шпинделі верстата (ефективна потужність) $N_e = 7,5 \times 0,8 = 6$ кВт.

Згідно з методикою, наведеною в [1; 2], визначають знаменники геометричної прогресії ряду коробки швидкостей і коробки подач верстата:

$$\varphi_n^{mn-1} = \frac{n_{\max}}{n_{\min}}; \quad \varphi_n^{18-1} = \frac{1600}{31,5} = 50,79.$$

Приймають стандартне значення $\varphi = 1,26$. У цьому випадку ряд частот обертання шпинделя верстата 6М12П складає: 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 126; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600 об/хв.

$$\varphi_s^{ms-1} = \frac{n_{\max}}{n_{\min}}; \quad \varphi_s^{18-1} = \frac{1250}{25} 50.$$

Приймають $\varphi = 1,26$. Ряд подач стола верстата 6М12П: 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 126; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250 мм/хв.

Для виконання операції вибирають фрезу торцеву насадну $\varnothing 100$ мм, $z=8$ (ГОСТ 9473-80) із вставними ножами, оснащеними твердим сплавом ВК8 [23, с.336].

Оскільки довжина оброблюваної поверхні дорівнює 90 мм і основний час буде не дуже великим у порівнянні з допоміжним, обробку можна вести у двомісному пристрої з гідроприводом.

Оскільки довжина оброблюваної поверхні дорівнює 105 мм і основний час буде достатньо великим у порівнянні з допоміжним, обробку ведуть у одномісному пристрої з пдрприводом.

3.2.2. Вибір пристосування, опис конструкції та принцип дії

Необхідно розрахувати режим різання при чистовому розточуванні отвору К Ø70Н9.

Вихідні дані: оброблюваний матеріал – Сталь 45; устаткування – горизонтально розточний верстат моделі 2М615; інструмент – різець розточний внутрішній (див. КР. ЛС51)

Розрахунок режиму чиистового точіння виконують за методичкою:

Згідно [3] вибирають попередньо подачу:

$$S_o = 0,09 \text{ мм}$$

Призначають період стійкості різця $T = 200$ хв.

Швидкість різання, яку допускає стійкість інструмента, розраховують за формулою [3]:

$$V_i = \frac{C_v D^{Q_v}}{T^M t^{X_v} S^{Y_v} Z^{P_v}} K_v, \text{ м/хв}$$

Для заданих умов: $K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv} = (190/210) \cdot 0,85 \cdot 0,83 = 0,62$

Тоді:

$$V_i = \frac{332 \cdot 70^{0,2}}{200^{0,32} \cdot 1,7^{0,15} \cdot 0,84^{0,35} \cdot 1^{0,2}} \cdot 0,62 = 368,3 \text{ м/хв}$$

Розрахункова частота обертання шпинделя, яку допускає стійкість фрези:

$$n_i = \frac{1000 \cdot V_i}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 368,28}{3,14 \cdot 70} = 1675,52 \text{ об/хв}$$

Окружна сила різання при фрезеруванні:

$$P_Z = \frac{10 C_{P_i} t^x P_{S_z} B^n Z}{D^{Q_n w}} K_P,$$

Для даних умов:

$$P_z = \frac{10 \times 54,5 \text{ Ч } 3,6^{0,9} \text{ Ч } 0,2^{0,74} \text{ Ч } 2^1}{70 \text{ Ч } 1675^{0,6}} \text{ Ч } \left(\frac{210}{190} \right)^1 = 3082 \text{ Н}$$

Крутний момент шпинделя:

$$M = \frac{P_z \text{ Ч } D}{2 \text{ Ч } 1000} = \frac{308,2 \text{ Ч } 70}{2 \text{ Ч } 1000} = 10,79 \text{ кгс Ч } M = 107,9 \text{ Нм}$$

Потужність різання на шпинделі верстата:

$$N = \frac{P_z V}{102 \text{ Ч } 60} = \frac{308,2 \text{ Ч } 3683}{102 \text{ Ч } 60} = 6,5 \text{ кВт}$$

Розрахункова потужність менша від ефективної потужності верстата ($N = 6,5 \text{ кВт} < N_e = 6,7 \text{ кВт}$), швидкість точіння буде обмежуватися лише стійкістю інструмента.

На верстаті є дві близькі частоти обертання шпинделя 1650 та 1675 об/хв, відмінні від розрахункової $n = 1675 \text{ об/хв}$.

Відповідно до [10] умова вигідності роботи з найближчою більшою частотою обертання шпинделя записується так: $1 > \varphi^{1-y}$, де $\varphi = 1675/1650 = 1,01$; $l = 1,24$; $Y_v = 0,35$ (Y_v - показник при S у формулі швидкості різання). В даному випадку $1,26^{0,65} = 1,162$, тобто ця умова витримується і остаточно приймають $n_\phi = 1675 \text{ об/хв}$.

Фактична швидкість фрезерування:

$$V_\phi = \frac{p D n_\phi}{1000} = \frac{3,14 \text{ Ч } 70 \times 1675}{1000} = 368,16 \text{ м/хв}$$

Розрахункове значення хвилинної подачі стола з заготовкою:

$$S_{xв} = S_0 n_\phi = 0,09 \text{ Ч } 1675 = 150,75 \text{ мм/хв}$$

Таке значення подачі є на верстаті.

Деяке відхилення фактичної швидкості різання від розрахункової мало впливає на окружну силу фрезерування P_z , тому остаточно режим чорнового точіння поверхні А такий: $t = 1,7 \text{ мм}$; $S_0 = 0,09 \text{ мм/об}$; $S_{xв} = 150,75 \text{ мм/хв}$; $n_\phi = 1675 \text{ об/хв}$; $V_\phi = 368,16 \text{ м/хв}$; $P_z = 308,2 \text{ Н}$.

Пристрій для розточування отвору Ø70H9

Розточування отвору буде проводитись на горизонтально-розточному верстаті моделі 2М615, ріжучий інструмент – розточний різець. Детальна цій операції будемо кріпити в пневматичних лещатах. Але при збільшені річної програми випуску деталей доцільно зробити пристрій для кріплення деталі типу кронштейн, це дасть змогу збільшити швидкість і час установки деталі, і в свою чергу цей приладдя призведе до збільшення продуктивності виготовлення деталей.

Відповідно до розробленого технологічного процесу заготовку встановлюють на чисто оброблену поверхню Б в середину лещат. Бокові поверхні деталі затискаються губками, і площина Б притискується до площини ходу губок, тобто до горизонтальної активної площини. Таким закріпленням вісь отвору співпадає з віссю шпинделя. Таким чином, хоча заготовка закріплюється тільки п'ятьма точками опори, вона при базуванні втрачає усі шість ступенів свободи.

Закріплення заготовки відбувається таким чином: установка деталі вказана в попередньому абзаці. Затиск в пневмолещатах здійснюється таким чином: в порожнину пневмоциліндра 13 подається стиснене повітря. За допомогою штока 14 та важелів 11 відбувається затиск. При подаванні повітря в верхню порожнину пневмоциліндра відбувається затиск заготовки, при подаванні в нижню – розжим. В лещатах є дві змінні губки, які можуть мінятися в залежності від поверхні затискаючої поверхні. Сила затиску буде залежати від тиску повітря яке подається до циліндра.

Пов'язують опори та інші деталі з корпусом пристрою; проектують елементи корпусу, за допомогою яких пристрій буде заbazовано та закріплено (кулачки) на шпинделі горизонтально-розточного верстату моделі 2М615.

Аналіз розробленої конструкції показує, що необхідно виконати перевірочний розрахунок, який підтвердить, що при чорновому і чистовому

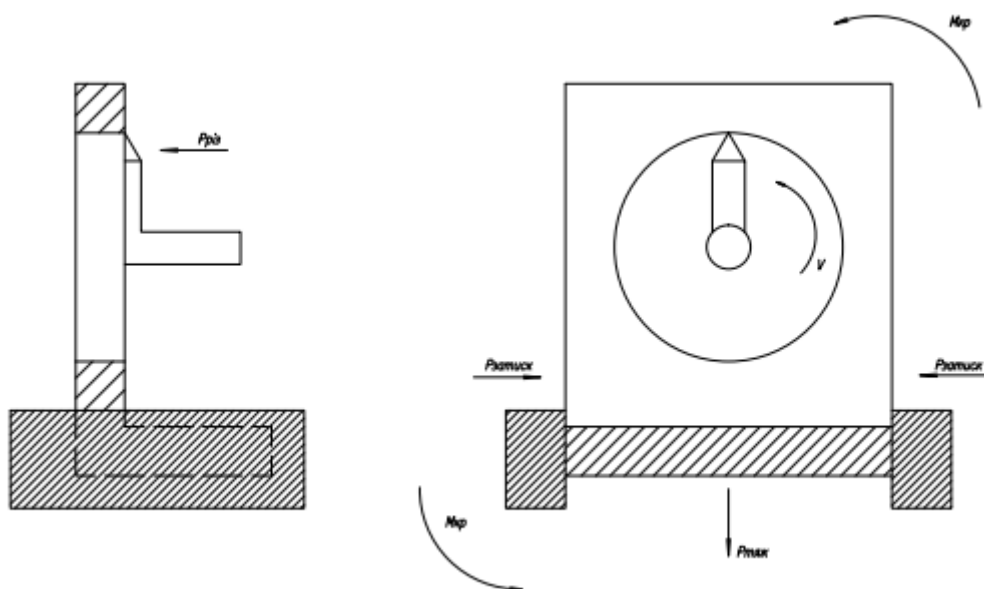
точінні колова сила точіння P_z і сила подачі P_x не буде відривати заготовку від однієї з опор на поверхні Ж.

Пристрій для закріплення заготовки

Розраховують сили закріплення лещат. Визначають зусилля закріплення заготовки за допомогою штока 14 пневмоциліндра 13 (див. ЛП61-1.13724). Зусилля штока пневмоциліндра складає $P=3000\text{Н}$. Враховуючи поверхню затиску ми можемо визначити тиск губок на деталь:

$$Q = P/S = \frac{3000}{2 \cdot 1800} = 0,83\text{МПа}$$

Але ця формула підрахована для затискання деталі по всій її боковій поверхні. При зменшенні площі контакту губок лещат з заготовкою питомий тиск збільшуватиметься на поверхню деталі, тому більш раціонально використовувати затиск при максимальній площі контакту деталі з губками. Також силу затиску можна регулювати за допомогою тиску в мережі повітря. Тиск в мережі залежить від потужності компресора який нагнітає в мережу повітря. Один із недоліків цього пристрою – це те що потрібно система подачі повітря в пневмоциліндр, тобто верстат повинен мати систему подачі



повітря, а це не завжди є.

Рис. 3.1 – Розрахункова схема сил

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Патент UA82205, МПК В29С 47/14 Головка екструзійна/ Сівецький В.І., Сокольський О.Л, Івіцький І.І., Коваленко К.Г.
2. Патент UA 82157, МПК В29С 47/14. Головка екструзійна/ Сівецький В.І., Сокольський О.Л, Івіцький І.І., Коваленко К.Г.
3. Патент UA 35890, МПК В29С 47/14. Плоскощілинна екструзійна головка/ Рябінін Дмитро Дмитрович, Мотін Анатолій Миколайович, Білецька Оксана Володимірівна, Рябініна Олена Дмитрівна.
4. Патент UA59876, МПК В29С 47/14, Плоскощілинна екструзійна головка/ Сівецький Володимир Іванович, Сокольський Олександр Леонідович, Мікульонок Ігор Олегович, Сідоров Дмитро Едуардович, Ткаченко Сергій Миколайович
5. Патент US5908642, МПК В29С47/20. Extrusion head for plastics extruder. /Hendrik Willem Ween, Dirk Mulder.
6. Патент UA120674, МПК В29В 7/32. Шнек екструдера для переробки полімерних матеріалів/Сівецький Володимир Іванович, Сідоров Дмитро Едуардович, Сокольський Олександр Леонідович, Івіцький Ігор Ігорович, Турбал Максим Петрович.
7. Патент UA119024 МПК В29С 47/36, Черв'ячний екструдер/ Мікульонок Ігор Олегович, Бардашевський Сергій Валерійович, Горпинюк Володимир Юрійович.
8. Патент UA49070 МПК В29С 47/38, Шнек екструдера для переробки полімерних матеріалів/ Сідоров Дмитро Едуардович, Лизогубенко Андрій Анатолійович.
9. Патент UA53479 МПК В29В 7/32, Черв'як екструдера/ Мікульонок Ігор Олегович, Возна Анна Сергіївна, Швед Дмитро Миколайович, Швед Микола Петрович.

10. Патент UA93215 МПК В29С 47/38, Змішувальна секція черв'ячного екструдера/ Мікульонок Ігор Олегович, Сокольський Олександр Леонідович.
11. Касаткін А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии /А. Касаткін. — Москва.: ГХИ, 1961. — 832с.
12. Мікульонок І.О. Механічні, гідромеханічні й масообмінні процеси та обладнання хімічної технології / І. Мікульонок. с Навч. Посіб. -2-ге вид., переробл. і допов. —К.:ІВЦ «Політехніка»,2002. — 304с.
13. Гребелюк І.В., Подиман Г.С., Двойнос Я.Г. Оцінка впливу температурної неоднорідності розплаву на екструзію труб з пет // *Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут" Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. 2018. №1. С. 11-17 DOI: <https://doi.org/10.20535/2306-1626.1.2018.143370>
14. Потебня Н.В., Панов Є.М., Шилович Т.Б. "Кінетика термічної усадки орієнтованих поліпропіленових плівок," *Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. 2015. N 1. С. 55-58. DOI:[10.20535/2306-1626.1.2015.52313](https://doi.org/10.20535/2306-1626.1.2015.52313).
15. Сокольський О.Л., Дагдій В.М. "Моделювання процесу видуву ПЕТ-тари із преформ". *Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. 2018. N 1. С. 60-65. DOI: [10.20535/2306-1626.1.2018.143381](https://doi.org/10.20535/2306-1626.1.2018.143381)
16. Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности / П.М. Сиденко. —2-е издание, перераб. — М., «Химия», 1977. — 368с.
17. Розрахунок та конструювання обладнання для виробництва і переробки полімерних матеріалів / Н.І. Басов, Ю.Ю. Козанков, В.А. Любартович — М.:Химия, 1986. — 488 с.
18. Справочник. Станочные приспособления: Т. 1, 2 /Под ред. Я Вардакшта. - М.: Машиностроение, 1984.
19. Справочник. Режимы резания металлов /Под ред. Ю.З.Барановского. - М.: Машиностроение, 1972. - 407 с.

20. Методические указания к расчету припусков по дисциплине "Технология машиностроения" для студентов специальности 0501 /Сост.В.В. Душинский и др.- К.: КПИ, 1986. -72 с.
21. Ярошук Л.Д., Тюріна Є.О. "Врахування стратегії сталого розвитку при автоматизації очищення олив та мастил адсорбентами," *Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження.* 2019. N 1. С. 126-134. DOI:[10.20535/2617-9741.1.2019.171211](https://doi.org/10.20535/2617-9741.1.2019.171211).
22. Щербина В.Ю., Чемерис А.О., Конструкторське проектування обладнання. Курсовий проект [Електронний ресурс] / Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2018. – 38 с. URL:<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25664>
23. Методичні рекомендації до практичних занять з дисципліни "Технологія машинобудування" для студентів факультету хімічного машинобудування та поліграфічного факультету (Укл. С.С. Добрянський, В.К.Фролов, В.Л. Шестаков) - К.: КІШ, 1996. - 78 с
24. Івіцький І.І., Соловей В.В., Сокольський О.Л., Олексишен В.О. "Вплив параметрів тривимірного друку на фізико-механічні властивості виробів із термопластів". *Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження.* 2018. N 1. С. 17-24. DOI: [10.20535/2306-1626.1.2018.143344](https://doi.org/10.20535/2306-1626.1.2018.143344).
25. Сідоров Д.Е., Колосов О.Є., Гур'єва А.О. "ОЦІНЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПЕТ-ВИРОБІВ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ," *Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження.* 2017. N 1. С. 43-48. DOI: [10.20535/2306-1626.1.2017.119469](https://doi.org/10.20535/2306-1626.1.2017.119469).

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця розглянутих патентів

№	Предмет пошуку	№ свідоцтва, МПК, країна, організація, автор	Суть заявленого технологічного рішення та ціль його створення
1	Головка екструзійна	Ua №82205 (2013р) МПК В29С 47/14 Автори: Сівецький В.І. Сокольський О.Л Івіцький І.І. Коваленко К.Г.	Кільцева екструзійна головка містить корпус, матрицю та дорн, встановлений на дорнотримачі і складається з вхідної та вихідної частин, утворюючи канал для протікання розплаву. Дорнотримач виконаний з двох частин з можливістю зворотно-поступального руху однієї частини відносно іншої. Матриця і вихідна частина дорну закріплені на рухомій частині дорнотримача таким чином, що довжина каналу має можливість змінюватись.
2	Головка екструзійна	Ua № 82157 (2013р) МПК В29С 47/14 Автори: Сівецький В.І. Сокольський О.Л Івіцький І.І. Коваленко К.Г.	Кільцева екструзійна головка містить корпус, матрицю та дорн, встановлений на дорнотримачі, утворюючи канал для протікання розплаву. Матриця з'єднана з корпусом за допомогою принаймні одного пружного та принаймні одного демпфуючого елементів з можливістю зворотно-поступального руху.

3	Плоскощілин на екструзійна головка	<p>Ua № 35890 (2001р) МПК В29С 47/14</p> <p>Автори: Рябінін Дмитро Дмитрович, Мотін Анатолій Миколайович, Білецька Оксана Володимирівна, Рябініна Олена Дмитрівна</p>	<p>Плоскощілинна екструзійна головка, що містить корпус з верхньою та нижньою плитами головки, вхідний канал, колектор, канал зменшеної висоти, дросельну планку, накопичувач, канал подавання та вихідні регульовані формуючі губки, яка відрізняється тим, що канал зменшеної висоти утворений виступами, які виконані на верхній та нижній плитах, і розташований між вхідним каналом і колектором.</p>
4	Плоскощілин на екструзійна головка	<p>Ua № 59876 (2003р) МПК В29С 47/14</p> <p>Автори: Сівецький Володимир Іванович, Сокольський Олександр Леонідович, Мікульонок Ігор Олегович, Сідоров Дмитро Едуардович, Ткаченко Сергій Миколайович</p>	<p>Плоскощілинна екструзійна головка, що містить верхні й нижні частини корпусу, розташовані з утворення між ним розплавоводу, встановлені в розплавовод повзуни, пристрій переміщенні повзуні у вигляд натискних гвинтів, а також верхню й нижню губки формувальної щілини, яка відрізняється тим, що у кожному з повзунів вздовж формувальної щілини виконано поперечний отвір, крізь який проходить гнучкий довгомірний елемент, кінці якого закріплені на корпусі.</p>

5	Extrusion head for plastics extruder	Us №5908642 1999p МПК В29С 47/20 Автор: Hendrik Willem Veen, Dirk Mulder	Екструзійна головка для виготовлення полімерних труб складається з дорну, що поділений на дорн і піноль, матрицю, що складається з власне матриці і мундштука, дорнотримача і корпусу. Матриця і корпус з'єднані між собою за допомогою кільця, яке дозволяє пришвидшити процес заміни матриці, та очистки каналів подачі.
6	Шнек екструдера для переробки полімерних матеріалів	UA №120674 МПК В29В 7/32 Сівецький В.І., Сідоров Д.Е., Сокольський О.Л., Івіцький І.І., Турбал М.П	У шнеку екструдера для переробки полімерних матеріалів, що має зони живлення, стискання і дозування, по гребеню гвинтової нарізки в зоні дозування або по всій довжині шнека виконана щонайменше одна гвинтова канавка, розташована паралельно бічним сторонам гребеня нарізки. В шнеку можуть бути гвинтові канавки додатково виконані по гребеню гвинтової нарізки в зонах живлення і стиснення.

7	Черв'ячний екструдер	UA №119024 МПК B29C 47/36 Мікульонок І.О., Бардашевський С.В., Горпинюк В.Ю.	Черв'ячний екструдер, що містить порожнистий корпус, розміщений у його порожнині з можливістю обертання черв'як, що утворює з порожниною корпуса робочий канал із щонайменше однією ділянкою з розміщеними між черв'яком і корпусом обертовими елементами, згідно з пропонованою корисною моделлю, новим є те, що кожному ділянці робочого каналу з обертовими елементами розташовано в межах нарізки черв'яка, при цьому обертові елементи виконані поздовжніми з циліндричними кінцевими ділянками, розміщеними в пазах гребенів сусідніх витків нарізки черв'яка. У найприйнятнішому прикладі виконання екструдера середня частина щонайменше одного обертового елемента виконана з поперечним перерізом, відмінним від круглого.
8	Шнек екструдера для переробки полімерних матеріалів	UA №49070 МПК B29C 47/38 Сідоров Д.Е., Лизогубенко А.А.	Шнек екструдера для переробки полімерних матеріалів, має канавку на гребені, згідно із запропонованою корисною моделлю, новим є те, що в канавку вставлено пружний спіральний елемент, крок спіралі якого дорівнює кроку шнекової нарізки. Встановлення в канавку пружного спірального елемента дозволяє повністю перекрити зазор шнек - матеріальний циліндр, а, з іншого боку, пружний спіральний елемент дозволяє залишити технологічний зазор на рівні 0,2мм.

9	Черв'як екструдера	UA №53479 МПК В29В 7/32 Мікульонок І.О., Возна А.С., Швед Д.М., Швед М.П.	Черв'як екструдер містить вал з послідовно розташованими хвостовиком, спорядженими гвинтовою нарізкою зонами подавання, плавлення й дозування, а також наконечником, згідно з пропонованою корисною моделлю новим є те, що штовхальний заплечик гребеня нарізки зони дозування виконано опуклим з поздовжніми виступами, бокові грані яких скошені в бік обертання черв'яка.
10	Змішувальна секція черв'ячного екструдера	UA №93215 МПК В29С 47/38 Мікульонок І.О., Сокольський О.Л.	Черв'як екструдера, що містить вал з послідовно розташованими хвостовиком, спорядженими гвинтовою нарізкою зонами подавання, плавлення й дозування, а також наконечником, згідно з пропонованою корисною моделлю новим є те, що штовхальний заплечик гребеня нарізки зони дозування виконано опуклим з поздовжніми виступами, бокові грані яких скошені в бік обертання черв'яка.

Лістинг програми розрахунку

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;

namespace Equation
{
    class Program
    {
        static void Main()
        {
            Switch();
            Console.ReadLine();
        }
        static void ConsoleWrite(decimal R2, decimal R1, decimal L, decimal K)
        {
            Console.WriteLine(" R2 \t R1 \t L \t K" );
            Console.WriteLine("{0} \t {1} \t {2} \t {3}", R2, R1, L, K);
        }
        static void Switch()
        {
            decimal r2 = 0.02M;
            decimal step = 0.001M;
            decimal last = 0.04M;
            decimal r1 = 0.005M;
            decimal l = 0.049M;
            for(decimal i = r2; i <= last; i += step)
            {
                Calculate(i, r1, l);
            }
            Console.WriteLine("////////////////////////////////////////");
            r2 = 0.02M;
            decimal step1 = 0.001M;
            decimal step2 = 0.001M;
            decimal last2 = 0.04M;
            decimal last1 = 0.008M;
            r1 = 0.003M;
            l = 0.049M;
            for (decimal i = r2; i <= last2; i += step2)
            {
                for (decimal j = r1; j <= last1; j += step1)
                {
```

```

        Calculate(i, j, l);
    }

}
Console.WriteLine("////////////////////////////////////////");
r2 = 0.03M;
step = 0.001M;
last = 0.055M;
r1 = 0.005M;
l = 0.045M;
for (decimal i = l; i <= last; i += step)
{

    Calculate(r2, r1, i);

}

}

static void Calculate(decimal R2, decimal R1, decimal L)
{
    decimal k = 0;
    k = (((decimal)Math.PI)*(R1+R2)*(R2-R1)*(R2 - R1)*(R2 - R1) ) / (12 *
L);
    ConsoleWrite(R2, R1, L, k);
}

static string EnterValue(string str)
{
    Console.WriteLine(str);
    return Console.ReadLine();
}

}
}

```

СПЕЦИФІКАЦІЇ

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					Складальне креслення		
	A1			ЛП61-1.137243.001-70TK	Екструдер		
					Деталі		
			1		Шнек	1	
			2		Корпус	1	
			3		Гільза	1	
			4		Гідравлічна система	1	
Справ. №			5		Вузол опірною підшипника	1	
			6		Редуктор	1	
			7		Бардатор	1	
			8		Нагрівник	1	
			9		Станина	1	
Погр. и дата							
Инв. № дубл.							
Взам. инв. №							
Погр. и дата							
Инв. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЛП61-1.137240.002-70 СП	
	Разраб.		Романченко				
	Пров.						
	Керівник	Чемерис					
	Н.контр.						
	Утвердил	Гондлях					
						Екструдер	Лит. Лист Листов
						НТУУ"КПІ ім.І.Сікорського"	

Копировал

Формат А4

[illegible]

Копировал

Формат А4

Екструзійна головка для полімерних виробів

Романченко Д.С., студ.; Гондляр О.В., д.т.н., проф.; Сокольський О.Л., к.т.н.,
доц.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»

Розглянуто варіант модернізації екструзійної головки, яка дозволить переобладнати екструдер для виробництва іншого продукту в досить короткий проміжок часу, і так, що виключить потребу у використанні спеціального полімерного матеріалу, що не деструктує та не затвердіває в каналах головки.

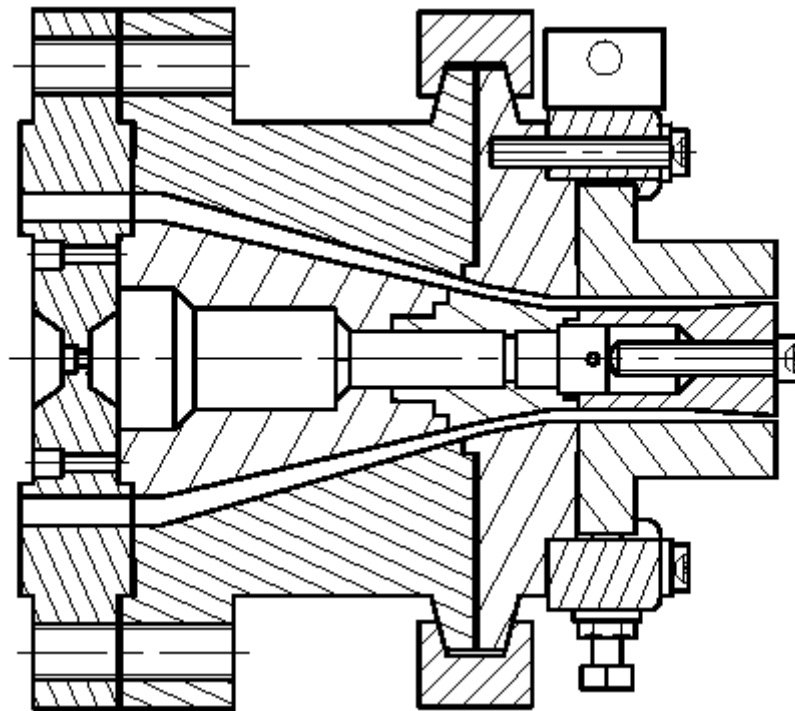
Екструзія - процес отримання виробів шляхом продавлювання (екструдкування) матеріалу через формувальний отвір у матриці або серії матриць.

Екструзійна головка – пристосування для надання полімерному профілю заданої форми поперечного перерізу.

Було проведено аналіз патентної інформації. Розглядалися варіанти вдосконалення машини. Зокрема, модернізація каналів матриці. Однак конструктивне виконання розробки виключає зручність чистки каналу потоку і не сприяє забезпеченню безперервного і швидкого виробництва та забезпеченню ефективності виробництва. Також розглядалася конструктивна пропозиція екструзійної головки, яка містить роз'ємні частини, в одній з яких виконана формоутворююча порожнина і розташований виштовхувач, а в інший виконано сопло, але її недоліком є те, що за допомогою такої екструзійної головки неможливо отримати товстостінні вироби гарної якості без раковин, без газової та усадочною пористості. Одним з напрямків

модернізації може бути конструкція за патентом [2], яка містить зажимне кільце, складне із двох напівкілець. Це дозволить прискорити процес заміни матриці та очистки каналів самої головки при переході на інших тип продукції та матеріалу.

В результаті проведеного патентного пошуку для збільшення продуктивності роботи екструзійної головки та зменшення часу на заміну її



частин було вибрано для реалізації конструкцію [2], що зображена на рис.

Суть винаходу. Задачею цього винаходу є створення екструзійної головки, що дозволить переобладнати екструдер для екструдування іншого продукту в досить короткий проміжок часу, і так, що виключить потребу у використанні спеціального полімерного матеріалу. Процес переобладнання та підготовки є досить простим і обходиться без необхідності обробки важких деталей. Так як матриця має відносно малу масу, то вона може бути доведена до робочої температури швидко і з досить малими витратами

енергії. Зусилля для видалення залишків полімеру для подальшого використання є відносно незначними.

Література

1. Розрахунок та конструювання обладнання для виробництва і переробки полімерних матеріалів / Н.І. Басов, Ю.Ю. Козанков, В.А. Любартович – М.:Химия, 1986. – 488 с.

2. Патент 5908642, МПК В29С47/20. Extrusion head for plastics extruder. /Hendrik Willem Ween, Dirk Mulder.

Черв'як екструдера

Романченко Д.С., студ.; Чемерис А.О., к.т.н., доц.

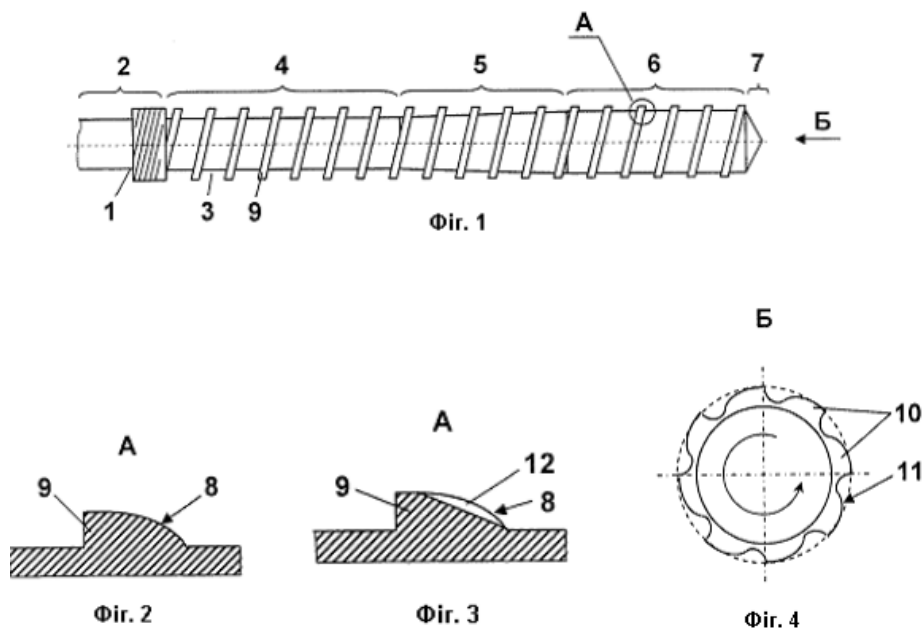
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Черв'як екструдера, що містить вал з хвостовиком, спорядженими гвинтовою насічкою зонами плавлення, подавання й дозування, а також наконечником, що відрізняється тим, що штовхальний запlechик гребеня насічки зони дозування виконано опукло з поздовжніми виступами бокових граней які скошені в бік обертання черв'яка.

Для перероблення термопластів (полімерів, гумових сумішей, пластичних мас і композицій на їх основі) поширення набули одно- та двочерв'ячні екструдери, робочими органами у яких є черв'яки.

Черв'як є головною складовою у полімерпереробному екструзійному обладнанні. Забезпечуючи надійну роботу екструдерів, має місце недолік - низька змішувальна здатність, яка проявляється під час переробки композитів.

У найкращому варіанті виготовлення черв'яка на скошених гранях виконані поперечні пази. Виконання гребенів нарізки дозуючої зони із зазначеними відмінними ознаками забезпечує безперервний рух розплаву перероблюваного матеріалу в каналі між гребенем нарізки і корпусом. Це відбувається в умовах інтенсивної змінної деформації зсуву, що значно покращує процес перемішування розплаву, його гомогенність якості одержуваної продукції. При цьому виконання граней скошеними в напрямку обертання черв'яка, крім того що забезпечує задовільний змішувальний ефект, також сприяє і підвищенню диспергувального ефекту черв'яка,



інтенсивним зсувним деформуванням розплаву і в проміжках між гранями і корпусом екструдера.

Рис.1. Черв'як екструдера з скошеними бічними гранями

Робота черв'яка відбувається в такий спосіб. Перероблюваний матеріал просувається нарізкою 3 від зони подавання 4 через зону плавлення 5 до зони дозування 6, поступово ущільнюючись та нагріваючись. У зоні дозування 6 розплав під дією опору екструзійної головки (не показана) потрапляє в канал, утворений штовхальним запличиком 8 гребеня 9 нарізки 3 і корпусом (не показано). Зазначений проміжок сходиться як в напрямку від наконечника 7 до хвостовика 2 черв'яка, так і в коловому напрямку, завдяки чому в об'ємі розплаву забезпечуються інтенсивні змінні деформації зсуву, що істотно інтенсифікує процес перемішування розплаву, а отже його гомогенність. Поперечні пази 12 при цьому істотно інтенсифікують процеси змішування та диспергування компонентів перероблюваної композиції.

Пропонований винахід нескладна у виготовленні та експлуатації, значно покращить умови роботи черв'ячних екструдерів.

Література

1. Розрахунок та конструювання обладнання для виробництва і переробки полімерних матеріалів / Н.І. Басов, Ю.Ю. Козанков, В.А. Любартович – М.:Химия, 1986. – 488 с.
2. Патент 53479, МПК В29В 7/00. Черв'як екструдера. /Мікульонок І.О., Возна А.С., Швед Д.М., Швед М.П..